



Sveučilište u Zagrebu

KINEZIOLOŠKI FAKULTET

Ivan Dujčić

**PROCJENA FUNKCIONALNE UČINKOVITOSTI
NOGOMETAŠA NA TEMELJU
LABORATORIJSKIH I TERENSKIH TESTOVA**

DOKTORSKI RAD

Zagreb, 2019.



University of Zagreb

FACULTY OF KINESIOLOGY

Ivan Dujčić

**ASSESSMENT OF FOOTBALLER'S FUNCTIONAL
EFFICIENCY USING LABORATORY AND FIELD
TESTS**

DOCTORAL THESIS

Zagreb, 2019.



Sveučilište u Zagrebu

KINEZIOLOŠKI FAKULTET

Ivan Dujić

**PROCJENA FUNKCIONALNE
UČINKOVITOSTI NOGOMETAŠA NA
TEMELJU LABORATORIJSKIH I
TERENSKIH TESTOVA**

DOKTORSKI RAD

Mentori:

Prof. dr. sc. Goran Sporiš
Prof. dr. sc. Branka Matković

Zagreb, 2019.



Sveučilište u Zagrebu
FACULTY OF KINESIOLOGY

Ivan Dujić

ASSESSMENT OF FOOTBALLER'S FUNCTIONAL EFFICIENCY USING LABORATORY AND FIELD TESTS

DOCTORAL THESIS

Supervisors:
Prof. dr. sc. Goran Sporiš
Prof. dr. sc. Branka Matković

Zagreb, 2019.

SAŽETAK

Nogomet pripada polistrukturalnim kompleksnim aktivnostima (sportskim igrama), gdje 10 igrača i golman pokušavaju nadmudriti protivnika i postići pogodak. Da bi se to ostvarilo, igrači na različitim igračkim pozicijama moraju prijeći određenu udaljenost radi bolje učinkovitosti, odnosno pokrivenosti i čuvanja protivnika na terenu. Međutim, antropološke značajke pojedinog igrača uvelike utječu na njegovu pripremljenost na terenu i ostvarivanju vrhunskih sportskih rezultata. Na temelju toga, cilj ovog doktorskog rada bio je utvrditi pozitivnu povezanost i utjecaj prediktorskih varijabli (morfoloških karakteristika i testova za procjenu eksplozivne snage tipa sprinta, odnosno testova za procjenu aerobnih i anaerobnih sposobnosti) na kriterijske varijable, koje su definirane kroz prijeđenu udaljenost hodanja (0,8 - 3,0 km/h), trčanje niskim intenzitetom (3,0 - 8,0 km/h), trčanje srednjim intenzitetom (8,0 - 13,0 km/h), trčanje visokim intenzitetom (13,0 - 18,0 km/h), sprintanje ($> 18,0$ km/h) i ukupnu prijeđenu udaljenost. Uzorak ispitanika sastojao se od nogometaša ($N = 37$) juniorskog uzrasta (U-19) šest klubova Prve hrvatske nogometne lige u sezoni 2010./2011. Uzorak varijabli sastojao se od pet stupnjeva intenziteta prijeđene udaljenosti, ukupne prijeđene udaljenosti, varijabli longitudinalne dimenzionalnosti skeleta, voluminoznosti i potkožnog masnog tkiva, testova za procjenu eksplozivne snage tipa sprinta (5 m, 10 m i 30 m) te testova za procjenu aerobnih (Beep test, Astrand test, $VO_2\text{max}$ test te Cooper test) i anaerobnih sposobnosti (RAST i WANT test). Za analizu podataka korišteni su deskriptivni parametri (aritmetička sredina, standardna devijacija, minimalni rezultat, maksimalni rezultat, skewness i kurtosis). Također, za određivanje povezanosti između prediktorskih varijabli te povezanosti između prediktorskih i pojedinačne kriterijske varijable, koristio se Pearsonov koeficijent korelacije (r), a za utvrđivanje značajnog utjecaja rezultata prediktorskih varijabli na kriterij multipla-regresijska analiza. Pogreška zaključivanja odredila se na $p < 0,05$. Rezultati su pokazali da morfološke karakteristike negativno utječu na kriterijsku varijablu "hodanje", kao i eksplozivne snage tipa sprinta. Međutim, pozitivne korelacije pronađene su kod testova za procjenu aerobne i anaerobne izdržljivosti. Nadalje, svi rezultati u testovima za procjenu aerobne i anaerobne izdržljivosti imaju značajno visok utjecaj na rezultat u varijabli "Trčanje niskim intenzitetom", dok rezultat Beep testa, WANT i RAST testa pokazuje pozitivan utjecaj na rezultat varijable "Trčanje umjerenim intenzitetom". Kada se analiziraju rezultati koji utječu na varijablu "Trčanje visokim intenzitetom", uočljivo je da RAST test ima pozitivan utjecaj, dok ima negativan utjecaj na navedeni kriterij. Osim toga, rezultat u RAST testu ima vrlo visoki utjecaj na kriterijsku varijablu "Sprint" (β koeficijent = 0,83, $p = 0,00$). Gledajući varijablu "Ukupno

kretanje", rezultati pokazuju da aerobne i anaerobne izdržljivosti imaju pozitivne značajne korelacije s navedenim kriterijem. Rezultati pokazuju da igrači moraju imati izniman fizički i fiziološki profil, odnosno zamjetne performanse koje im omogućavaju postizanje vrhunskih sportskih rezultata na važnim natjecanjima. Činjenica je da se aerobni i anaerobni kapaciteti, tj. razvoj funkcionalnih sposobnosti, zajedno s antropometrijskim karakteristikama, motoričkim sposobnostima te tehničko-taktičkom pripremom, mora stalno razvijati i unaprjeđivati zbog velikih zahtjeva nogometne utakmice, koja ponekad traje i dulje od 90 minuta. Na temelju konstantnog testiranja i praćenja nogometaševih rezultata, uvida u njegovu igru, odnosno izvedbu, trener sa cjelokupnim timom stručnjaka može utjecati na poboljšanja i kreativnost koje nogometna igra donosi.

Ključne riječi: *nogomet, prijeđena udaljenost, utjecaj testova, antropološki status*

SUMMARY

Soccer falls under polistructural complex activities (sport games), where 10 players and goalkeeper try to outwisdom the opponent and score the goal. To achieve that, players on different playing positions have to cross determined distance for better efficiency, taking care of the opponent on the field. But, anthropological characteristics of single player impact on soccer player's preparedness on the field and achieving great sport results. Based on that, the aim of this doctoral thesis was to determine positive correlations and impacts of predictors (morphological characteristics, tests for assessing explosive power like sprint, and tests for assessing aerobic and anaerobic endurance) on criterium, which were determined as distance covered by "Walking" (0.8 - 3.0 km/h), "Running with low intensity" (3.0 - 8.0 km/h), "Running with medium intensity" (8.0 - 13.0 km/h), "Running with high intensity" (13.0 - 18.0 km/h), "Sprinting" (> 18 km/h) and "Total distance covered". Sample of entities was comprised of 50 junior soccer players (U-19) from six clubs of First Croatian Football League in season 2010/2011. Sample of variables was comprised of five stages of different intensity of distance covered and total distance covered, and also from morphological characteristics, tests for assessing explosive power like sprint, tests for assessing aerobic and anaerobic endurance. For data analysis, descriptive parameters were used (arithmetic mean, standard deviation, minimum, maximum, skewness, kurtosis). Also, for determining correlations between predictors and between predictors and specific criterium, Pearson's coefficient of correlation was used (r), and for determining predictors impact on criterium, multiple-regression analysis was used. P value was set up at $p < 0.05$. The results showed that morphological characteristics had negative influence on criterium variable "Walking", also like tests for assessing explosive power like sprint. But, positive correlations were found across tests for assessing aerobic and anaerobic endurance. Also, all test for assessing aerobic and anaerobic endurance had positive impact on criterium variable "Running with low intensity", and Beep test, RAST and WAST test impact also positive on variable "Running with moderate intensity". Among all variables, results of the RAST test had great positive impact on variable "Running with high intensity", while variable for assessing aerobic endurance had negative impact on it. Results of the RAST test also had great impact on criterium variable "Sprinting" (β coefficient = 0.83, $p = 0.00$). Looking at the variable of "Total distance covered", we observed that all tests for assessing aerobic and anaerobic endurance had positive impact on that variable, except for variable, which had negative impact on it. Results showed that soccer players must have well physical and physiological profile which allows them to achieve great sport results on important

competitions. It is a fact that aerobic and anaerobic endurance, also eith motor abilities, anthropometrical characteristics and technical-tactical prepairedness must always be upgraded, because of great demands of soccer game, which sometimes lasts for over than 90 minutes. Based on constant evaluation and testing players abilities, coaches with team of experts behind them can influence on achievements and creativity that soccer game brings.

Key words: *soccer, distance covered, test impacts, anthropological status*

Prof dr.sc. Goran Sporiš rođen u Zagrebu 6. rujna. 1979. Osnovnu školu završio je 1994. Iste godine upisao II. Opću gimnaziju u zagrebu, koju je završio 1998. Kineziološki fakultet u Sveučilišta u Zagrebu upisao je 1998. a diplomirao je 30. siječnja s odličnim uspjehom (prosjeak 4,51).

1. siječnja 2005 primljen je za asistenta na predmetu Sistematska Kineziologija na Sveučilišnom dodiplomskom studiju, Kineziološkog fakulteta.

Postdiplomski studij za doktora znanosti iz područja odgojnih znanosti grana Kineziologije, modul sport upisao je 2004. godine. 2007. godine položio je sve ispite s odličnim uspjehom (prosjeak 4,9) te obranio doktorsku disertaciju pod naslovom “Efekti situacijskog polistrukturalnog kompleksnog treninga na morfološka, motorička, situacijsko-motorička i funkcionalna obilježja“ na Kineziološkom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu.

2009. godine – izabran je u zvanje Docenta na predmetima Sistematska kineziologija i Metodologija kineziologijskih istraživanja

2012. godine izabran je u zvanje Izvanredni profesor na predmetima Sistematska kineziologija i Metodologija kineziologijskih istraživanja

2017. godine postaje Redoviti profesor na predmetima Sistematska kineziologija i Metodologija kineziologijskih istraživanja

2017. godine - Voditelj katedre za Opću i primijenjenu kineziologiju

Prof.dr.sc Goran Sporiš član je uredništva i recenzent brojnih međunarodnih časopisa.

Prof dr.sc. Branka Matković, rođ. Jeričević, rođena je 30.05.1953. godine u Borovu. Po narodnosti je Hrvatica i hrvatska državljanica

Osnovnu školu i gimnaziju završila je u Zagrebu s odličnim uspjehom. 1971. god. upisala je Medicinski fakultet u Zagrebu, te 1977. godine diplomirala. Obavezni liječnički staž obavila je u kliničkoj bolnici "Sestre milosrdnice" u Zagrebu. Stručni ispit položila je 25. 04. 1979. godine pri Republičkom komitetu za zdravstvenu i socijalnu zaštitu u Zagrebu.

Na Medicinskom fakultetu u Zagrebu upisala je 1978. godine postdiplomski studij iz Sportske medicine. Diplomski ispit na postdiplomskom studiju položila je 1981. godine. U rujnu 1983. godine završila je izradu magistarskog rada pod naslovom "Normativne vrijednosti aerobnog kapaciteta i respiracijskih funkcija učenika starih 15 godina", te ga uspješno obranila 5.12.1983. godine, pred komisijom u sastavu prof. dr. Radovan Medved (predsjednik), doc. dr. Stjepan Heimer (član) i prof. dr. Živka Prebeg (član). Doktorsku disertaciju pod naslovom "Relacije aerobnog kapaciteta i morfoloških karakteristika u djece" obranila je 19.12.1990. pred komisijom u sastavu prof. dr. Eugenija Žuškin (predsjednica), prof. dr. Željka Banovac-Reiner, prof. dr. Radovan Medved, prof. dr. Silvije Vuletić i prof. dr. Živka Prebeg.

Od 1.07.1979. radi na Fakultetu za fizičku kulturu Sveučilišta u Zagrebu, kao pripravnik na Katedri za kineziološku fiziologiju i patologiju, te sudjeluje u izvođenju vježbi iz kineziološke fiziologije, sportske medicine i biološke antropologije. Od 1.10.1980. asistent je na predmetu Kineziološka fiziologija te vodi vježbe na redovnom studiju FFK i na postdiplomskim studijima Medicine rada i Sportske medicine Medicinskog fakulteta u Zagrebu te postdiplomskom studiju Šumarskog fakulteta u Zagrebu. Od 2000. god. voditelj je predmeta Fiziologija sporta i vježbanja (prije Kineziološka fiziologija) u okviru redovitih i izvanrednih studija, od 2001. god. i predmeta Dijagnostika u sportu na doktorskom studiju Kineziološkog fakulteta te od 2008. godine i izbornog predmeta Fiziologija sporta u ekstremnim uvjetima. Sudjeluje i u nastavi u okviru izbornog predmeta Sportska medicina na Medicinskom fakultetu u Zagrebu te u nastavi poslijediplomskih specijalističkih studija istog fakulteta (Fizikalna medicina i rehabilitacija, Medicina rada i sporta).

Trećeg studenoga 1992. godine izabrana je u znanstvenoistraživačko zvanje znanstveni suradnik za znanstveno područje medicine, a 2003.g. u zvanje viši znanstveni suradnik.

U veljači 1997. godine izabrana je za docenta na predmetu Kineziološka fiziologija, 1.5.2003. godine za izvanrednog profesora, a 20.10.2009. za redovitog profesora na istom predmetu.

Od 1997. do 2001. godine obavljala je dužnost zamjenika predstojnika Zavoda za kineziološku antropologiju, a od 1.10.2001. u dva mandata bila je prodekanica za znanstveni rad Kineziološkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu. Od 1.10.2005. u dva mandata bila je predstojnica je Zavoda za Kineziološku antropologiju i metodologiju Kineziološkog fakulteta. Od 2009. predstojnica je Katedre za medicinu sporta i vježbanja.

Objavila je 127 znanstvenih radova od čega je 23 publicirano u časopisima indeksiranim u bazi **Web of Science**. Do danas ima preko 170 citata (bez samocitata). Bila je pozvani predavač na nekoliko međunarodnih konferencija te aktivno sudjelovala na više od 60 domaćih i međunarodnih znanstvenih skupova. Bila je recenzent većem broju radova u časopisima indeksiranim u WOS bazi. Do danas je bila mentor 12 magistarskih radova te pet doktorskih disertacija. Od 2003.g. do danas glavna je urednica Hrvatskog športskomedicinskog vjesnika. Glavno područje znanstvenog interesa je fiziologija sporta i vježbanja te sportska medicina, a bavi se temeljnim i primijenjenim istraživanjima.

Aktivno govori engleski jezik.

SADRŽAJ

1. Uvod.....	1
1.1. Kretanje nogometaša tijekom utakmice	3
1.2. Testiranja nogometaša.....	6
2. Pregled dosadašnjih istraživanja	17
2.1. Testovi i njihova povezanost sa funkcionalnom učinkovitošću nogometaša	17
2.1.1. Transformacijski programi i njihove povezanosti sa funkcionalnom učinkovitošću nogometaša.....	17
2.1.2. Povezanost testova sa funkcionalnom učinkovitošću nogometaša.....	21
2.2. Istraživanja antropometrijskih karakteristika, motoričkih i funkcionalnih sposobnosti nogometaša.....	25
3. CILJ I HIPOTEZE ISTRAŽIVANJA	30
4. Metode rada	32
4.1. Uzorak ispitanika	32
4.2. Uzorak varijabli.....	32
4.2.1. Varijable različitih intenziteta trčanja nogometaša i varijable ukupne prijeđene udaljenosti.....	32
4.2.2. Morfološke mjere	33
4.2.3. Testovi za mjerenje i procjenu aerobne izdržljivosti ispitanika	33
4.2.4. Testovi za procjenu anaerobne izdržljivosti ispitanika.....	35
4.2.5. Testovi za procjenu eksplozivne snage tipa sprinta.....	36
4.3. Eksperimentalni plan i način provedbe mjerenja	37
4.4. Metode obrade podataka	38
5. Rezultati istraživanja	39
5.1. Deskriptivni parametri laboratorijskih i terenskih testova	39
5.2. Povezanost laboratorijskih i terenskih testova s varijablom "Hodanje"	42
5.3. Povezanost laboratorijskih i terenskih testova s varijablom "Trčanje niskim intenzitetom"	45
5.4. Povezanost laboratorijskih i terenskih testova s varijablom "Trčanje srednjim intenzitetom"	48
5.5. Povezanost laboratorijskih i terenskih testova s varijablom "Trčanje visokog intenziteta"	50
5.6. Povezanost laboratorijskih i terenskih testova sa varijablom "Sprint"	53
5.7. Povezanost laboratorijskih i terenskih testova s varijablom "Ukupno kretanje"	55

6. RASPRAVA.....	59
7. ZNANSTVENI DOPRINOS ISTRAŽIVANJA	70
8. ZAKLJUČAK.....	71
9. POPIS LITERATURE.....	72
ŽIVOTOPIS.....	80

1. UVOD

Nogomet je jedan od najpopularnijih sportova i igraju ga gotovo svi, od djece do ljudi starije dobi. Igraju ga žene i muškarci, djevojčice i dječaci. Igra se na svim kontinentima, a za velika natjecanja (Europsko i Svjetsko prvenstvo) postoji velik interes i iznimno su gledana i posjećena. Vjerojatno su to neki od razloga zbog kojih su i znanstvenici relativno davno pokazali interes za njegovo proučavanje. Pristup i njihove namjere su istraživanje i utvrđivanje znanstvene pozadine igre, s ciljem pomaganja igračima i trenerima, kao i onima koji nogomet gledaju u ostvarivanju što je moguće boljih rezultata i shvaćanja, zašto je netko uspješniji. Nogomet pripada grupi polistrukturalnih acikličkih gibanja i jedan je od najkompleksnijih sportova današnjice (Dujmović, 1997). Kompleksnost nogometa očituje se u zahtjevima koji se stavljaju pred igrače, kako tehničkog, tako i taktičkog tipa, prilikom čega treba sagledati udaljenost koju igrači prevaljuju tijekom utakmice, primjenjujući pritom različite oblike kretanja, od hodanja, skokova, udaraca, duela, vođenja lopte, do sprinta, a sve izvodeći različitim intenzitetom.

U nastojanju utvrđivanja sposobnosti koje su najvažnije za uspjeh, činjenica je da istraživanje mora započeti određivanjem zakonitosti koje se pojavljuju analizom samoga kretanja za vrijeme igre, a zatim je iznimno bitna analiza osnovnih fizioloških pokazatelja koji se mogu pratiti za vrijeme igre. Kada je riječ o fiziološkim zahtjevima koji se postavljaju igračima, od velike je važnosti sustavno, odmjereno i pravilno planiranje specifičnog nogometnog treninga. Utvrđeno je da najbolji sportski trening predstavlja upravo onaj koji najbolje oponaša situacijske uvjete određenog sporta, odnosno one uvjete koji bi predstavljali pravu natjecateljsku utakmicu. Program treninga može se definirati tako da u potpunosti podražava fiziološke zahtjeve definirane nogometnom igrom, ali još uvijek predstavlja problem trenerima jer je teško simulirati natjecateljsku utakmicu na treningu. Prilikom planiranja treninga, vrlo je važno ne zaboraviti na mogućnost razlikovanja energetske zahtjeva kod igrača koji igraju na različitim pozicijama jer i to može unaprijediti ili unazaditi trenažni proces pa time i krajnju učinkovitost svakog igrača u ekipi, odnosno osigurati im kvalitetnije ispunjavanje taktičkih zahtjeva koje je pred njega postavio trener, a tijekom utakmice usmjerio njegovu pozornost na neke nove situacije koje nisu bile planirane. Brojna se istraživanja bave situacijskim parametrima, odnosno situacijskom efikasnošću, npr. ukupnom prijašnjom udaljenošću, prijašnjom udaljenošću trčanjem različitog intenziteta, dok je mali broj istraživanja koji se bave procjenom intenziteta trčanja nogometaša putem terenskih i laboratorijskih testova.

Intenzitet aktivnosti koje nogometaši izvode tijekom utakmice svakako su pod utjecajem funkcionalnih karakteristika nogometaša. Nogometne utakmice traju 90 minuta i duže, uzimajući u obzir sudački dodatak. Na nekim natjecanjima, ovisno o sustavu natjecanja, igra može potrajati i više od 120 minuta. Tijekom trajanja osnovnog dijela utakmice i sudačkog dodatka, igrači hodaju, trče, sprintaju, a sve to s loptom ili bez nje, ali i izvode čitav niz tehničkih elemenata.

Praćenje prijedene udaljenosti na utakmicama započelo je sedamdesetih godina dvadesetog stoljeća. Među prvima koji su se bavili tim pitanjem bili su Reilly i Thomas (1976), testiranjem pouzdanosti i objektivnosti metode praćenja analize aktivnosti igrača na terenu, pomoću markera na terenu i informacija o kretanju, koje je kvalificirani ispitivač registrirao magnetofonom te su se informacije kasnije dovodile u korelaciju s podacima dobivenim snimanjem utakmice. Ispitivači su brojali korake za svaki intenzitet aktivnosti, što je kasnije preračunato u metre na osnovi dužine prosječnog koraka pojedinca za svaku vrstu aktivnosti (hodanje, trčanje, sprint). Da bi shvatili i došli do podatka o opterećenju igrača, ukupna prijedena kilometraža uglavnom se dijeli prema intenzitetu aktivnosti, koje kreću s laganim hodom, a završavaju sprintom. Reilly i Thomas (1976) svojim su analizama utvrdili da se utakmica sastoji od 24 % hodanja, 36 % trčanja niskim intenzitetom, 20 % trčanja visokim intenzitetom, 11 % sprinta, 7 % kretanja unatrag, a samo je 2 % kretanja s loptom.

Prolaskom vremena, u analizu je uključena i druga oprema, poput kino i video kamere, matematičko-statističkih postupaka, a naravno i računala te sateliti (GPS). Subjektivne metode zahtijevaju puno vremena i istovremeno mogu pratiti samo jednog igrača, što nije ni ekonomično ni efikasno pa su danas, razvojem tehnologije, zamijenjene automatskim metodama i postoji nekoliko vrlo sofisticiranih softvera koji omogućavaju istovremeno praćenje svih igrača na terenu.

Količina ukupnog kretanja nogometaša tijekom utakmice, unazad pedesetak godina nije se značajno promijenila, međutim, promijenila se dinamika igre pa u skladu s time i tip kretanja nogometaša, što su u svom radu probali ustanoviti Shaher i dr. (2016), koji su proveli istraživanje s ciljem utvrđivanja je li se povećala udaljenost koju nogometaši prijeđu tijekom igre te je li se povećao njihov . Ustanovili su da se prijedena udaljenost nije promijenila te da je također stabilan i ujednačen u posljednjih četrdesetak godina.

Igra je danas brža i dinamičnija pa se i količina prijedene udaljenosti u visokom intenzitetu i sprintu povećao, a navedeno su dokazali djelatnici tvrtke Pro Zone (Northcroft, 2006), na osnovi praćenja nekoliko uzastopnih sezona Premiership natjecanja u Engleskoj te su uočili povećanje prosječne ukupne dužine sprinta za 40 %, u razdoblju od sezone 2002./2003.

do sezone 2005./2006. Tijekom iste četiri godine, aktivnosti visokog intenziteta su se gotovo udvostručile (627 u sezoni 2002./2003. i 1 209 u sezoni 2005./2006.).

1.1. Kretanje nogometaša tijekom utakmice

Budući da su spoznaje o ujednačenoj prijedenoj udaljenosti tijekom utakmica poznate unazad četrdesetak godina, istraživačima je postalo zanimljivo pitanje na koji se način i kojim intenzitetom igrači kreću, koji su odnosi tih kretanja i koji od intenziteta najviše dominira. Tako su Castagna i sur. (2003) proveli istraživanje na jedanaest mladih nogometaša ($11,8 \pm 0,6$ godina), s ciljem ispitivanja profila aktivnosti, osobito prijedjenih udaljenosti za vrijeme nogometne utakmice (dva poluvremena od 30 minuta), kako bi dobivenim rezultatima utvrdili praktične zaključke i smjernice za program treninga. Analizirane su sljedeće varijable: (a) stajanje, (b) hodanje naprijed, (c) trčanje niskim intenzitetom (manje od 8 km/h), (d) trčanje srednjim intenzitetom (8,1 - 13 km/h), (e) trčanje visokim intenzitetom (13,1 - 18 km/h), (f) trčanje maksimalnog intenziteta (brzina veća od 18 km/h), (g) hodanje unatrag, (h) trčanje unatrag, (i) trčanje bočno, (j) aktivnosti visokim intenzitetom (AVI, zbroj aktivnosti koje se obavljaju pri brzinama većim od 13 km/h) i (k) neortodoksna kretanja (trčanje unatrag plus bočno trčanje). Autori su zaključili da je aktivnost djece tijekom utakmice intermitetna te povremeno visokog intenziteta. Djeca su u prosjeku prešla $6,175 \pm 218$ metar te su 25 % prijedjene udaljenosti prešla aktivnostima visokog intenziteta, a pojedina takva aktivnost bila je između 15 - 25 metara. Djeca su, tijekom utakmice, izvela 33 ± 4 aktivnosti visokog intenziteta, s otprilike dvije minute pauze između svake i to bez statistički značajne razlike između dva poluvremena.

Osim prijedjene udaljenosti tijekom igre i odnosa kretanja različitim intenzitetima, znanstvenike zanima koji su to testovi s kojima se najbolje može povezati pojedina grupacija kretanja nogometaša. Castagna i sur. (2009) su na 21 nogometašu $14,1 \pm 0,2$ godina proveli istraživanje s ciljem ispitivanja utjecaja specifične izdržljivosti (Beep testom s intervalima oporavka - Beep IR1) na izvedbu tijekom utakmice mladih nogometaša. Igrači (sedam obrambenih igrača, sedam igrača sredine terena i sedam napadača) su promatrani tijekom nogometnih utakmica, krajem natjecateljske sezone, koje su igrali protiv protivnika odgovarajućih dobnih kategorija. Varijable koje su promatrane su: (a) stajanje (ST, brzine 0 – 0,4 km/h), (b) Hodanje (W, brzine 0,4 – 3,0 km/h), (c) kaskanje (J, brzine 3,0 – 8,0 km/h), (d) trčanje srednjim intenzitetom (MIR, brzine 8,0 – 13,0 km/h), (e) trčanje visokim intenzitetom (HIR, brzine 13,0 – 18,0 km/h), (f) sprint (SPR, brzine > 18,0 km/h), (g) aktivnosti visokog

intenziteta (HIA, HIR + SPR). Ispitanici su mjereni Beep testom u periodu od 10 do 15 dana prije ili poslije utakmica. Parametri mjereni na utakmici dobiveni su pomoću GPS tehnologije, a broj otkucaja srca (FS) telemetrijskim uređajima kratkog dometa. Rezultati su pokazali da tijekom utakmice igrači pretrče $6\,204 \pm 731$ metara, od čega 985 ± 362 metara, odnosno 16 % u aktivnosti visokog intenziteta. Značajan pad prijedene udaljenosti (3,8 %, $p = 0,003$) bio je očit tijekom drugog poluvremena. Igrači pretrče znatno manje (12,8 %, $p = 0,003$) trčanjem srednjim intenzitetom u drugom poluvremenu. Nisu zabilježene razlike između poluvremena u aktivnostima visokog intenziteta ($p = 0,56$) i sprinta ($p = 0,07$). Tijekom prvog i drugog poluvremena, igrači su dosegli $86,2 \pm 5,5$ i $85,1 \pm 6,0$ % HRmax ($p = 0,17$). Najviše vrijednosti otkucaja srca tijekom prvog i drugog poluvremena bile su 100 ± 4 i $99,4 \pm 4,7$ % HRmax. Rezultati Beep testa (842 ± 352 m) značajno su povezani sa aktivnostima visokog intenziteta ($r = 0,77$, $p < 0,0001$), trčanjem visokim intenzitetom ($r = 0,71$, $p = 0,0003$) i ukupno prijedene udaljenosti ($r = 0,65$, $p = 0,002$). Rezultatima ove studije pokazalo se da specifična izdržljivost, kao ona koja se mjeri Beep testom, pozitivno utječe na funkcionalne sposobnosti mladih nogometaša tijekom utakmice. Prema tome, Beep test se može smatrati valjanim testom za procjenu aerobne spremnosti igrača i smjernicom za program treninga mladih nogometaša.

S obzirom na to da je nogomet ekipni sport te da ekipu sačinjavaju igrači koji igraju na različitim pozicijama na terenu, očekivano je da se ti igrači razlikuju i po strukturi kretanja tijekom igre pa su Bradley i sur. (2009) proveli istraživanje na 100 engleskih i 10 stranih vrhunskih nogometaša seniorskog uzrasta. Ciljevi istraživanja bili su (a) odrediti obrasce aktivnosti visokog intenziteta nogometaša na različitim razinama izvedbe i igračevih pozicija u ekipi, (b) istražiti privremeni i umor na kraju utakmice u domaćim i međunarodnim nogometnim utakmicama i (c) kvantificirati ubrzanje i maksimalnu brzinu trčanja vrhunskih nogometaša. Analizirano je 14 domaćih natjecateljskih utakmica i jedna međunarodna utakmica. Ispitanici su bili igrači različitih pozicija u ekipi i to: 23 središnja braniča, 22 bočna igrača, 22 središnja vezna igrača, 22 krilna vezna igrača i 21 napadač. Aktivnosti ispitanika svrstane su u sljedeće kategorije i brzinske pragove: stajanje (0 - 0,6 km/h), hodanje (0,7 - 7,1 km/h), kaskanje (7,2 - 14,3 km/h), trčanje (14,4 - 19,7 km/h), trčanje visokim intenzitetom (19,8 - 25,1 km/h) i sprint ($\geq 25,2$ km/h). Trčanja visokim intenzitetom sastoje se od trčanja, trčanja visokim intenzitetom i sprinta ($\geq 14,4$ km/h). Trčanja vrlo visokim intenzitetom sastoje se od trčanja visokim intenzitetom i sprinta ($\geq 19,8$ km/h). Još su mjerili trčanje visokim intenzitetom sa i bez lopte, kao i vrijeme oporavaka. Nisu pronađene razlike u pretrčanim udaljenostima trčanja visokim intenzitetom ($2\,520 \pm 678$ vs. $2\,745 \pm 332$ m), srednjoj

vrijednosti vremena potrebnog za oporavak (67 ± 15 vs. 71 ± 26 s) i maksimalnoj brzini trčanja ($7,76 \pm 0,31$ vs. $7,66 \pm 0,34$ m/s). Prijeđena udaljenost u trčanju visokim intenzitetom, bez obzira na utakmicu bila je 18 % niža ($p < 0,05$) u zadnjih nego u prvih 15 minuta utakmice (391 ± 117 vs. 478 ± 141 m). Pad trčanja visokim intenzitetom nastupio je odmah nakon najintenzivnijeg 5-minutnog razdoblja i bio je sličan između međunarodnih (222 ± 33 vs. 109 ± 37 m ili 51 % pada) i vrhunskih domaćih nogometaša (243 ± 81 vs. 114 ± 51 m ili 53% pada). Krilni vezni igrači, središnji vezni igrači, bočni igrači i napadači prijeđu veću udaljenost ($p < 0,01$) u trčanjima visokog inteziteta od središnjih braniča ($3,243 \pm 625$, $2,949 \pm 435$, $2,806 \pm 408$, $2,618 \pm 745$ vs. $2,034 \pm 284$ m). Autori su zaključili da se trčanja visokog inteziteta smanjuju tijekom različitih razdoblja vrhunske nogometne utakmice i aktivnosti visokim intenzitetom, a vrijeme nastanka umora je slično između međunarodnih i domaćih vrhunskih igrača, ali uvelike variraju između pozicije igrača unutar ekipa.

Naravno da je nakon utvrđivanja podatka koji govori o različitim tipovima aktivnosti igrača koji igraju različite pozicije u ekipi postavljeno pitanje: koje sposobnosti krase te igrače i kakvim treningom utjecati na njihov napredak. Rago i sur. (2017) svojim su istraživanjem na 29 vrhunskih nogometaša U-19 u odigrane četiri utakmice na početku sezone (visina $177,15 \pm 5,30$ i mase $71,96 \pm 5,08$), od kojih sedam napadača, 10 veznih igrača i 12 obrambenih, ustanovili da vezni igrači imaju najviše vrijednosti u ukupnoj prijeđenoj udaljenosti ($9732,30 \pm 583,22$), za razliku od napadača koji su imali rezultat od $7491,50 \pm 846,97$. Što se tiče povezanosti Yo-Yo testa i prijeđenih distanci, zaključili su da je vrlo povezan s trčanjem visokim intenzitetom ali samo kod obrambenih nogometaša i veznih igrača, za razliku od napadača, kod kojih su dobili male povezanosti. Zaključili su da se igrači razlikuju po svojim kapacitetima ovisno o poziciji u igri te da je Yo-Yo test povezan s nogometaševom izvedbom tijekom igre, ali ovisno o poziciji igrača u igri.

Bitan faktor u sportu su i antropometrijske karakteristike. Visina i masa tijela mogu sugerirati hoće li netko biti bolji ili ne, ali to nikako ne mora biti uvijek slučaj. Wong i dr. (2009) istražili su povezanost antropometrijskih karakteristika s pojedinim testovima te situacijskim parametrima u igri na uzorku nogometaša U-14. Dokazano je da postoji statistički značajna povezanost između tjelesne mase i brzine udarca lopte ($r = 0,58$) i sprinta na 30 metara ($r = -0,54$). Također, statistički značajna povezanost dobivena je između tjelesne visine i vertikalne skočnosti ($r = 0,36$) te tjelesne visine i sprinta na 10 i 30 metara ($r = -0,32$, odnosno $r = -0,64$) te tjelesne visine i rezultata na Beep testu ($r = 0,26$), ali i visine i ($r = 0,35$). BMI je pokazao statistički značajnu povezanost s brzinom šuta ($r = 0,31$), sa sprintom na 30 metara ($r = -0,24$) te s Hoffovim testom ($r = -0,29$) i primitkom kisika ($r = -0,42$). Također, u ovom istraživanju

dobivene su statistički značajne razlike s obzirom na igračku poziciju. Rezultati ovog istraživanja mogu poslužiti trenerima u procesu selekcije igrača, ali i tijekom odabira koji su igrači, s obzirom na morfološke i motoričke te funkcionalne sposobnosti, pogodni za nogomet i točno određenu poziciju u nogometnoj igri.

Da bi trener znao u kakvom se stanju nalazi nogometaš i kakvim se metodama treninga služiti u pojedinoj fazi nogometaševa razvoja i fazi priprema ili natjecanja, razvijeni su testovi kojima je trener dolazio do važnih informacija o stanju pripremljenosti nogometaša. Tijekom godina razvijani su razni testovi u svrhu pomaganja trenerima u prepoznavanju prednosti i slabosti nogometaša, kako bi u pravom trenutku mogli reagirati treningom i popravili nedostatke, a samim time i unaprijedili situacijsku efikasnost nogometaša. Nogometaša u suvremenom nogometu moraju karakterizirati odlične sportske sposobnosti. U skladu s tim, da bi pojedinac postao vrhunski nogometaš, da bi dosegao svoje potencijale, a ujedno je pravilno selektiran od strane struke u primjerenoj dobi i pravilno usmjeren, mora posjedovati karakteristike koje mu pružaju priliku, ali ne garantiraju uspjeh u njegovoj nogometnoj karijeri. Nezaobilazna testiranja i procjena stanja nogometaša i njegova antropološkog statusa, obavljaju se u laboratorijima, no treba naglasiti kako velik broj testiranja stručnjaci obavljaju i na terenu da bi došli do važnih spoznaja.

1.2. Testiranja nogometaša

Nogomet je u svojoj osnovi kompleksan i na rezultat utječu brojni čimbenici, a nogometaš, da bi bio uspješan, mora imati, uz odličnu tehničku i taktičku pripremljenost, izuzetno visoke aerobne u anaerobne kapacitete. Nerijetko i visina, ali i težina nogometaša utječe na njegovu izvedbu. U skladu sa spomenutim, postoji čitav niz testova kojima znanstvenici dolaze do spoznaja u kojem su stanju nogometaši te na taj način pokušavaju donositi zaključke i očekivanja izvedbe nogometaša tijekom utakmice. Laboratorijski su testovi precizniji i njima se dolazi do točnijih spoznaja o sposobnostima nogometaša koje, no obično su skuplji, traju duže i nisu praktični. Slijedom navedenog, razvijeni su i terenski testovi kojima je moguće procijeniti stanje nogometaša. Ti su testovi ekonomičniji i često prihvaćeni u praksi.

Antropometrijske su karakteristike dio antropoloških obilježja i predstavljaju dinamiku rasta i razvoja te morfoloških obilježja kojima pripadaju: rast kostiju u dužinu i širinu, mišićna masa i potkožno masno tkivo. Morfološke karakteristike opisuju ispitanikovu građu tijela na temelju većeg broja antropometrijskih podataka. Longitudinalna i transverzalna dimenzionalnost skeleta dvije su dimenzije na koje je nemoguće utjecati treningom te je stoga

kondicijski trening usmjeren na unapređenje i optimizaciju omjera mišićnoga i potkožnog masnog tkiva (Matković, B. i sur., 1999, 2003).

Visina i masa nogometaša u zadnjih se četrdesetak godina promijenila, što su svojim istraživanjem dokazali Nevill i sur. (2009), koji su analizirali promjene veličine tijela – visina i masa tijela unazad 40 godina (od sezone 1973./1974). Utvrdili su da profesionalni nogometaši postaju viši za 1,2 cm te 1,3 kg teži po desetljeću, dok se visina nogometaša promijenila od 1,78 m do 1,80 m. Nije nevažno u suvremenom nogometu biti viši, jer viši su igrači obično bolji u skok igri, dok niži igrači imaju niže težište, okretniji su i uglavnom imaju bolju kontrolu lopte.

Mišićna masa i potkožno masno tkivo, odnosno njihov omjer sigurno predstavlja jedan od uvjeta uspješnosti igre i produžuje ili skraćuje igračeve maksimalne kapacitete tijekom utakmice. Količina masti kod mladih, zdravih, netreniranih muškaraca prosječno se kreće otprilike između 18 i 20 % od ukupne mase tijela, dok je ona u sportaša nešto niža. S obzirom na trajanje nogometne utakmice (minimalno 90 minuta) i elemente nogometne igre, očekuje se da nogometaši imaju relativno male količine masnog tkiva. Međutim, rezultati dosta variraju i zabilježene su relativno visoke vrijednosti, od čak 19,3 % kod vrhunskih engleskih nogometaša (White i sur., 1988). Istraživanje je provedeno u početku pripremnog perioda i autori su pretpostavili da tijekom odmora kod nogometaša dolazi do povećanja potkožnog masnog tkiva, jer nakon dugotrajne sezone i velikog broja utakmica može doći do nakupljanja potkožnog masnog tkiva, kao što je opisano u istraživanjima (Caldwell i Peters, 2009; Magal i sur., 2009; Reinke i sur., 2009.). Prosječnu vrijednost masnog tkiva značajno podižu golmani sa svojim statistički značajno većim prosjekom masnog tkiva od 20,2 %.

Tjelesna masa i tjelesna visina, posebno kod mlađih nogometaša, može igrati važnu ulogu pa su tako Rechenchosky i sur. (2017) proveli istraživanje u svrhu analize utjecaja visine i mase na neke tehničke zadatke i Yo-Yo test Counter Movement Jump (CMJ). Zaključili su da je 55 i 60 % objašnjene varijance masom tijela i visinom kod izvedbe u YO-YO testu i CMJ, dok je značajno manje u vođenju lopte, odnosno 32 %. Autori su zaključili da tjelesna masa i visina imaju značajan utjecaj na fitnes i tehničke sposobnosti kod mladih nogometaša.

Laboratorijska su testiranja aerobnih sposobnosti istraživačima zanimljiva iz razloga što svojim metodama prikupljanja podataka mogu precizno zaključiti o sposobnostima sportaša. Istraživanje Matković i sur. (1999.) provedeno je na 52 igrača Prve hrvatske nogometne lige, prosječne dobi 23 godine (raspon godina od 17 do 30), podijeljeno u četiri podgrupe: jednu koja je bila sastavljena od igrača koji igraju u obrani ($N = 17$), drugu koju su činili vratari ($N = 5$), treću koju su činili igrači koji igraju u veznom redu ($N = 21$) i četvrtu koja je sastavljena od igrača koji igraju u napadu ($N = 9$). Autori su utvrdili da se apsolutni

maksimalni primitak kisika hrvatskih nogometaša kretao u rasponu od 3,5 do 5,7 l/min, odnosno od vrijednosti koje nalazimo kod netrenirane populacije pa do onih koje su zabilježene kod vrhunskih nogometaša. Svojim su istraživanjem potvrdili rezultate istraživanja koja su proveli mnogi drugi autori, gdje je također utvrđeno da vezni igrači imaju najveće vrijednosti relativnog maksimalnog primitka kisika, a da je kod vratara on najmanji. Svoje su zaključke doveli u svezu sa zadatkom veznih igrača tijekom igre, odnosno povezivanje igre obrane i napada.

Da bi ustanovili povezanost terenskih testova i $VO_2\text{max}$ na pokretnoj traci, a sve radi ekonomičnije primjene u praksi, Metaxas i sur. (2005) proveli su istraživanje na 35 mladih nogometaša ($18,1 \pm 1,5$ godina), sa svrhom uspoređivanja dva terenska testa aerobne izdržljivosti (Beep kontinuirani test - T1 i Beep test izdržljivosti s intervalima odmora od 5 s - T2), s dva laboratorijska testa na pokretnoj traci za mjerenje maksimalnog primitka kisika u mladih vrhunskih nogometaša (kontinuirani - T3 i test s intervalima odmora -T4), s hipotezom da ne postoje značajne razlike između odabranih testova u pogledu maksimalnog primitka kisika. Svim ispitanicima izmjerena je visina, masa, površina tijela, nemasna masa, potkožno masno tkivo i EKG u mirovanju. Terenski testovi provedeni su s najmanje dva dana razlike. Za T1 test $VO_2\text{max}$ je izračunat nomogramom, a za sve ostale testove direktnim mjerenjem. Za procjenu povezanosti dva testa korištena je linearna regresijska analiza. Vrijeme do točke otkaza bilo je značajno više u testovima T2 i T4, s intervalima odmora, u usporedbi s onima u T1 i T3 ($p \leq 0,05$). Rezultati testa T3 bili su značajno bolji i to za 6,3 % ($p \leq 0,05$) u usporedbi s testom T1, dok su rezultati testa T4 bili su značajno bolji, i to za 10,4 % ($p \leq 0,05$) u usporedbi s testom T2. Najniže vrijednosti $VO_2\text{max}$ u odnosu na druge testove ($p \leq 0,05$) postignuti su u T1 testu. Točnije, $VO_2\text{max}$ u T1 manji je za 10,5 % ($p \leq 0,05$), 11,4 % ($p \leq 0,05$), i 13,3 % ($p \leq 0,05$) u usporedbi s onima u T2, T3, i T4 testovima. Nadalje, značajna je razlika pronađena u $VO_2\text{max}$ vrijednostima između testova s intervalima odmora T2 i T4 ($p \leq 0,001$) i kontinuiranih testova T1 i T3 ($p \leq 0,001$). Vrijednosti T4 $VO_2\text{max}$ veća je za 2,2 % ($p \leq 0,05$) u usporedbi s onom T3. $VO_2\text{max}$ vrijednosti od tri ergospirometrijska testa pokazale su visok stupanj korelacije (T2 i T3: $r = 0,47$, $p \leq 0,005$; T2 i T4: $r = 0,59$, $p \leq 0,001$; T3 i T4: $r = 0,79$, $p \leq 0,001$). Zaključno, mjerenje $VO_2\text{max}$ putem laboratorijskih testova preciznija je metoda u odnosu na Beep testove. Međutim, određivanje $VO_2\text{max}$ putem telemetrijskih uređaja za određivanje kardiovaskularnog stanja nogometaša korisno je za primjenu.

Mjerenje primitka kisika mnogima predstavlja problem zbog svoje nepraktičnosti i teškoće mjerenja, a u želji utvrđivanja aerobnog opterećenja nogometaša, određeni se broj istraživača opredijelio za mjerenje potrošnje kisika za vrijeme nekih tehničko-taktičkih

zadataka (Esposito i sur., 2004; Castagna i sur., 2005). Izmjerene vrijednosti primitka varirale su ovisno o zadatku kojeg su nogometaši izvodili i kretao se od 2,5 l/min do 4,5 l/min, što je odgovaralo opterećenju na razini 70 do 90 % maksimalnog primitka kisika. Prema Esposito i suradnicima (2004), koji su pratili paralelno i frekvenciju srca, odnos između frekvencije srca i primitka kisika bio je sličan odnosu koji su dobili pri laboratorijskom testiranju na pokretnoj traci. Zaključili su da se frekvencija srca izmjerena za vrijeme nogometne igre može koristiti za procjenu opterećenja, ali uz određena ograničenja.

Jedan od često korištenih testova za procjenu $VO_2\text{max}$ je i Astrandov test, koji nije toliko pouzdan kao rezultati dobiveni direktnom metodom, no nerijetko se koristi. Mikulić i sur. (2005) u svom su istraživanju pokušali procijeniti preciznost Astrandovog testa na osnovu usporedbe rezultata testa s rezultatima istih ispitanika dobivenih pri direktnom mjerenju tj. maksimalnom spiroergometrijskom testu opterećenja, testu čiji se rezultati smatraju objektivnim pokazateljima funkcionalnog statusa. Uzorak ispitanika sastojao se od 46 veslača i 22 trkača muškog spola, kronološke dobi 35 - 65 godina, koji su aktivni u veslačkom, odnosno trkačkom treningu rekreacijskog karaktera. Regresijskom analizom dobiveno je statistički značajno sudjelovanje Astrandovog testa u predikciji stvarnog $VO_2\text{max}$, ali ipak uz vrlo malu količinu zajedničkih informacija ($R^2 = 0,46$ za veslače, $R^2 = 0,31$ za trkače). Zaključeno je da primjena Astrandovog testa ima ograničenu vrijednost i da nije prikladan za procjenu aerobnog kapaciteta kod spomenutih populacija.

Nije rijetka primjena Astrandovog testa kod nogometaša. Gil i sur. (2007) proveli su istraživanje kojim su proučavali kondicijske i antropološke karakteristike mladih nogometaša u odnosu na njihove igračke pozicije. Ispitanici istraživanja bili su igrači 17.31 ± 2.64 godina, raspona između 14 i 21 godine, podijeljeni u sljedeće grupe: golmani, napadači, vezni igrači i obrambeni igrači. Ispitanici su izvodili i Astrandov test tako da su autori procijenili njihov apsolutni i relativni $VO_2\text{max}$. Zaključili su da napadači imaju najmanji postotak potkožnog masnog tkiva, najveći mišićnu masu te su također imali najbolje rezultate u svim provedenim testovima, uključujući izdržljivost mjerenu Astrandovim testom kao i brzinu, agilnost i snagu.

Naravno, uz odlični aerobni kapacitet, nogometaš mora biti i anaerobno spreman. Wingate test je jedan od najčešće korištenih laboratorijskih testova za mjerenje anaerobnog kapaciteta (anaerobne izdržljivosti). Učinak u testu se kvantificira prema postignutom broju okretaja pedala, a mjeri se maksimalna i prosječna snaga te pad snage (Bar-Or, 1987). Barfield i sur. (2002) proveli su istraživanje u cilju ispitivanja prisutnosti utjecaja poznavanja Wingate testa (WANT). Dvadeset i pet mladih odraslih muškaraca (prosječna dobi od 20 godina) izvodili su dva puta WANT, u razmaku od sedam dana. Srednja vršna snaga (PP) i srednja snaga (MP)

prvog i drugog mjerenja su uspoređene, koristeći analizu varijance da bi ustanovili postoji li razlika nakon prakse u testu. Rezultat srednjeg PP i MP bio je znatno veći ($p < 0.025$) nakon drugog testiranja (867,64 i 634,68 W za PP i MP) nego nakon prvog mjerenja (764,48 i 604,92 W), što znači da poznavanje testa ima učinka. Veličina učinka (Cohen d) za PP i MP bio je 0,72 i 0,35, što ukazuje na velik učinak i mali učinak. Autori su zaključili da bi ispitanici, najmanje jednom, prije pravog testiranja, trebali provesti test i upoznati se s njim da bi postigli maksimalne rezultate.

Istraživanje Keir i sur. (2013) provedeno je u smislu pronalaska odgovora povezanosti dva logički slična testa. Ponovljena sposobnost sprinta (RSA) odnosi se na sposobnost pojedinca da izvodi nekoliko maksimalnih sprinteva kratkog trajanja s kratkim intervalima oporavka između njih. „The running-based anaerobic sprint test“ (RAST) prilagođen je iz Wingate testa (WANT) kao alat za procjenu RSA i anaerobne izdržljivosti. Svrha istraživanja bila je procijeniti odnos između varijabli izvedbe testa i fizioloških reakcija dobivenih tijekom RAST i WANT testova, uz hipotezu da će zbog sličnosti u ukupnom trajanju maksimalnog intenziteta vježbanja za svaki test, rezultat biti visoka povezanost u smislu izvedbe testa i fizioloških reakcija. Testiranje je provedeno na osam nogometaša (godine: 20.8 ± 1.5 ; visina: 175.9 ± 5.2 cm; masa: 74.6 ± 4.4 kg). Primitak kisika ($\dot{V}O_2$) sugerirao je na to da je pri RAST testu sudionicima potreban veći doprinos od aerobnog metabolizma iako nije bilo razlike u $\dot{V}O_{2peak}$ ($p < 0.05$). Najviša razina vrijednosti laktata u krvi bila je također slična između RAST i WANT ($p < 0.05$). Najviše vrijednosti ni fizioloških ni varijabli izvedbe nisu bile značajno povezane (najviše razine snage i prosječne vrijednosti snage). Slaba povezanost fizioloških reakcija ukazuje na različite kombinacije metaboličkih utjecaja između testova.

Za razliku od laboratorijskih testiranja koja se izvode u “idealnim” uvjetima, terenska testiranja predstavljaju izazov znanstvenicima. Prilikom izvođenja terenskih testova, neovisno o kakvim testovima se radi (što mjere), uglavnom se radi o procjeni prilikom zaključivanja, a dobivene vrijednosti gotovo nikad nisu jednake kao one koje su dobivene u laboratoriju.

Cooperov test izvodi se na način da sportaš, tj. osoba koja izvodi test, trči kontinuirano 12 minuta te se na temelju pretrčane udaljenosti, pomoću formule $\dot{V}O_{2max} = (\text{Pretrčana udaljenost u metrima} - 504,9) / 44,73$ izračunava maksimalni primitak kisika (Sudarov, 2007). Cooperov test nastao je 1968. godine, kada je američki znanstvenik Kenneth H. Cooper testirao 115 pilota, pripadnika američkih zrakoplovnih snaga. Usporedivši rezultate dobivene laboratorijskim utvrđivanjem maksimalnog primitka kisika i rezultate dobivene na temelju vremena trčanja terenskog testa od 12 minuta, Cooper je dobio vrlo visoku korelaciju ($r = ,897$). Sukladno tome, zaključio je da je ovaj test vrlo dobar za procjenu maksimalnog primitka kisika

(Cooper, 1968). U radu „Validation of several methods of estimating maximal oxygen uptake in young men“ izvršena je validacija četiri testa za procjenu maksimalnog primitka kisika. Između ostalih, validiran je ili vrednovan i Cooperov test. Pokazalo se da Cooperov test ima najveće korelativne vrijednosti sa direktno izmjerenim maksimalnim primitkom kisika ($r = 0,87$) (McNaughton i sur., 1998). Ovaj test pogodan je za korištenje u raznim sportovima kod kojih izdržljivost ima značajnu ulogu (individualni i ekipni sportovi). Jednostavan je za provedbu i ne zahtijeva značajna financijska sredstva te je stoga njegova primjena vrlo široka.

Terenski su testovi praktična metoda za procjenu aerobne izdržljivosti, ali oni pokazuju veću varijabilnost od laboratorijskih. Istraživanje Penry, J. T. (2011) provedeno je u cilju identificiranja izvora sustavnih pogrešaka u dva česta terenska testa aerobne izdržljivosti (Cooper test i Multi stage shuttle run test (MSR)) i procijene pouzdanost navedena dva testa. U istraživanje je uključeno 60 muškaraca (prosječne dobi $21,8 \pm 3,6$ godina), od čega je 21 muškarac završio trčanje u laboratoriju na pokretnoj traci koju su autori koristili kao kriterijsku valjanost za terenske testove. Terenski su testovi pokazali izvrsnu pouzdanost ($\phi = 0,96$), a slično su dobili i Castagna i dr. (2010), koji su proveli utvrđivanje pouzdanosti YO-YO testa na 18 vrhunskih nogometaša ($14,4 \pm 0,1$ godina) te su utvrdili pouzdanost od $\phi = 0,92$.

Izvorno „Shuttle run test“ ili popularno „Beep test“, a često u literaturi i Yo-Yo test, pojavio se 1982. godine, kada su Leger i Lambert objavili rad pod nazivom „A maximal multi stage 20 m shuttlerun test to predict $VO_2\max$ “ (Leger, Lambert, 1982). Test se sastoji od dionica (20 m) koje ispitanik treba pretrčati između dva zvučna signala. Kada ispitanik ne može više uskladiti vrijeme pretrčavanja dionice sa vremenom između dva zvučna signala, test prestaje, a broj pretrčanih dionica se uzima kao rezultat koji je ispitanik postigao u testu (Vučetić, 2004). Uvrštenjem broja pretrčanih dionica u tablicu u kojoj se nalaze orijentacijske vrijednosti primitka kisika, dobit ćemo pokazatelj razine primitka kisika za testirane sportaše. Znanstvena utemeljenost ovog testa je provjerena na 91 ispitaniku (32 žene i 59 muškaraca). Zaključeno je da je „Shuttle run test“ vrlo dobar za procjenu maksimalnog primitka kisika kod odraslih muških i ženskih osoba (Leger, Lambert, 1982).

Brojna testiranja predstavljaju sportašima velika opterećenja, ponekad traju dugo i iscrpljuju sportaše pa sportaši i ne daju svoje maksimume na testiranjima što može dovesti do pogrešnih zaključaka prilikom interpretacije rezultata. Ingebrigtsen, J i sur. (2014) proveli su istraživanje u cilju utvrđivanja povezanosti između Yo-Yo testa razine 1 i 2 (IR1 i IR2), maksimalne brzina sprinta (10, 20, i 35 m), sposobnosti ponovljenog sprinta (RSA, 7 x 35 m) i submaksimalne frekvencije srca (FS), nakon dvije i četiri minute i Yo-Yo IR testova testiranjem 57 vrhunskih nogometaša (22 ± 5). U zaključku svoga istraživanja, autori smatraju da je,

obzirom na dobivenu visoku povezanost između Yo-Yo IR1 i IR2 testa, maksimalne brzina sprinta (10, 20, i 35 m), sposobnosti ponovljenog sprinta (RSA, 7 x 35 m), trenerima dovoljno koristiti jedan od Yo-Yo testova i RSA test. Submaksimalna frekvencija srca mjerena tijekom Yo-Yo testova je korisna, učinkovita i nije zahtjevna metoda kojom se može saznati aerobno stanje nogometaša.

Naravno da primjena testova nije opravdana ako test nije pouzdan i valjan pa je važno ustanoviti njegovu pouzdanost i valjanost da bi bio prikladan alat. Krstrup i sur. (2006) proveli su istraživanje u cilju fizioloških odgovora, pouzdanosti i valjanosti Yo-Yo testa s intervalima oporavka (Yo-Yo IR2). Ispitivanje su proveli na 13 nogometaša koji su testirani četiri puta Yo-Yo IR2 testom, testom maksimalnog primitka kisika na pokretnoj traci (ITT), te raznim testovima sprinta. Također, istraživanjem je obuhvaćeno još 119 skandinavskih nogometaša koji su mjereni dva do četiri puta Yo-Yo IR2 testom. Rezultati ispitanika Yo-Yo IR2 bili su u korelaciji s rezultatima ITT ($r = 0,74$ $P < 0,05$) i $VO_2\text{max}$ ($r = 0,56$ $P < 0,05$), ali ne i sa sprintovima na 30 m i 50 m. Rezultati Yo-Yo IR2 bili su bolji ($P < 0,05$) kod centralnih braniča ($N = 21$) bočnih igrača ($N = 20$) i veznih igrača ($N = 48$), nego kod vratara ($N = 6$) i napadača ($N = 24$). Kod 15 nogometaša poboljšao je rezultat ($P < 0,05$) u Yo-Yo IR2 za $42 \pm 8 \%$ tijekom 8-tjednog treninga. U zaključku, autori ističu da je Yo-Yo IR2 test primjenjiv te ga se može koristiti u procjeni sposobnosti nogometaša za obavljanje intenzivnih vježbi s prekidima s visokim stupnjem aerobnih i anaerobnih energetske kapaciteta. Također, Yo-Yo IR2 testiranje pokazalo je da je osjetljivi alat za razlikovanje stanja nogometaša u različitim fazama sezone, različitim razinama natjecanja i igračkim pozicijama.

Istraživanje Pinaki i sur. (2009) provedeno na 35 nogometaša, 14 - 16 godina, provedeno je s ciljem procijene primjenjivosti „Multistage 20-m shuttle run test“ u predikciji $VO_2\text{max}$ u mladih nogometaša Banke područja. Izravno mjerenje maksimalnog primitka kisika ($VO_2\text{max}$) na pokretnoj traci izmjereno je analizom scholander mikro-analizator plina, dok je $VO_2\text{max}$ testom „Multistage 20-m shuttle run test“ predviđen jednadžbom Lagera i sur. (1988) koja glasi: $Y = 31.025 + 3.238 X - 3.248A + 0.1536AX$, gdje je $Y = VO_2\text{max}$ (ml/kg/min); $X = \text{MST}$ (km/h); $A = \text{Dob}$ (yr). Razlika između srednjih vrijednosti (\pm standardna devijacija) $VO_2\text{max}$ izravnim mjerenjem ($VO_2\text{max} = 51,68 \pm 5,25 \text{ ml/kg/min}$) na pokretnoj traci i „Multistage 20-m shuttle run test“ [predviđeni $VO_2\text{max}$ ($SP VO_2\text{max}$) = $51,36 \pm 5,36 \text{ ml/kg/min}$] je statistički beznačajna. Rezultati pokazuju da primjena sadašnjeg oblika „Multistage 20-m shuttle run test“ može biti opravdana u predikciji vrijednosti $VO_2\text{max}$ u promatranoj populaciji. Međutim, kako bi se bolje predvidio $VO_2\text{max}$, nova jednadžba je razvijena na temelju dobivenih podataka (Y

= $6.693 + 5.319X - 1.415A + 0.01AX$). Autori preporučuju novu jednadžbu pri testiranju iste populacije.

Marković i sur. (2011) proveli su istraživanje na 106 mladih nadarenih nogometaša u cilju utvrđivanja osjetljivosti Yo-Yo testa s intervalima oporavka - razine 1 (Yo-Yo IR1) i razlici među igračima drugačijih pozicija unutar ekipe i različitih dobnih kategorija mladih nogometaša. Ispitanici su grupirani na temelju kronološke dobi (< 13, <14, <15, <16, <17, <18 i <19) i pozicije koju igraju unutar ekipe (centralni braniči, krilni braniči, centralni vezni igrači, bočni vezni igrači i napadači). Igrači su testirani Yo-Yo IR1 testom na početku proljetne sezone. Autori su analizom varijance rezultata Yo-Yo IR1 testa otkrili značajne razlike među ispitanicima različitih dobnih kategorija ($F = 25,3$, $p < 0,001$) i primijetili sustavno povećanje rezultata testa Yo-Yo IR1, što je povezano sa starosnim grupama. Naknadnom post hoc usporedbom identificiran je niz značajnih razlika među ispitanim dobnim skupinama u rezultatima Yo-Yo IR1 testa. Analizom kovarijance identificirane su značajne razlike između pozicija unutar ekipe ($F = 3,1$, $p < 0,019$) u rezultatima testa nakon što je kontrolirana dob ($F = 135,1$, $p < 0,001$). Naknadnom usporedbom grupa u rezultatima Yo-Yo IR1 testa, utvrđeno je da su centralni braniči ostvarili značajno niži rezultat (sve $p < 0,01$) od centralnih veznih igrača, bočnih veznih i napadača, ali ne i od krilnih braniča. Autori smatraju kako prezentirani rezultati mogu biti od praktične vrijednosti za trenere i znanstvenika za daljnji razvoj i izbor, osobito zato što (a) izdržljivost predstavlja vrlo važnu fitnes komponentu u odabiru i profiliranju mladih nogometaša i (b) Yo-Yo IR1 test pokazao se kao valjan, pouzdan i lako primjenjiv mjerni alat igračevih specifičnih kapaciteta izdržljivosti.

Da bi što preciznije, a ekonomičnije došli do spoznaja, znanstvenici često dovode u vezu različite modalitete testova koji bi logički trebali mjeriti jednaku sposobnost i tako olakšali sebi rad i igračima omogućili zanimljiviji pristup testiranju. Zagatto i sur. (2009) proveli su istraživanje u cilju utvrđivanja pouzdanosti anaerobnog sprint testa (RAST) u procjeni i predviđanju trčanja na kratke udaljenosti. Istraživanje su obavili na 40 pripadnika Oružanih Snaga (19.78 ± 1.18 godina; tjelesna masa 70.34 ± 8.10 kg; Visina 1.76 ± 0.53 m; masnog tkiva 15.30 ± 5.65 %). Ispitanici su izvodili RAST test trčeći šest dionica po 35 m maksimalnim intenzitetom s 10 sekundi oporavka između svake. Ispitanicima je izmjerena maksimalna snaga i prosječna snaga te indeks umora. Proveli su istraživanje u dvije etape. U prvoj su etapi utvrdili pouzdanost RAST testa pomoću test-retest metode, dok su u drugoj procjenjivali valjanost RAST testa uspoređujući rezultate s rezultatima ispitanika u Wingate testu i trčanju ispitanika na 35, 50, 100, 200, i 400 metara. Nisu dobili značajne razlike test-retest metodom rezultata nakon ponovljenog mjerenja RAST testa ($p > 0.05$), a dobivena je

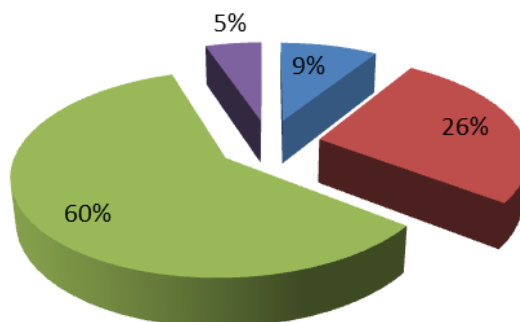
značajna korelacija između tih varijabli (intraklas korelacijski koeficijent $\approx 0,88$). Postignite su značajne korelacije između RAST testa s Wingate testom (maksimalna snaga $r = 0,46$, prosječna moć $r = 0,53$; indeks umora $r = 0,63$) i postignutim rezultatima trčanja na 35, 50, 100, 200, i 400 m ($p > 0.05$). Autori su zaključili da je RAST test pouzdan i valjan kao test za procjenu anaerobne izdržljivosti

Uzimajući u obzir utjecaj motoričkih sposobnosti na rezultat u utakmici, može se zaključiti da je brzina ponekad i odlučujuća u uspjehu (Rienzi i sur, 2000). Tijekom utakmice od ukupno prijeđene udaljenosti, do 11 % otpada na sprint, koji se pojavljuje otprilike svakih 90 sekundi i traje prosječno dvije do četiri sekunde, odnosno u dužini od 15 metara. Međutim, iako je brzina važna, sposobnost ubrzanja još i važnija jer nogometaši pretrče vrlo kratke udaljenosti s maksimalnim intenzitetom, dok je najveća sprinterska distanca 40 metara. Upravo zato u standardne su procedure funkcionalne dijagnostike uvršteni sprintevi na 5, 10 ili 30 m. Preporučuje se da udaljenost bude 10 m jer su tu utvrđene razlike između uspješnih nogometaša i onih nižeg ranga, dok se ta razlika gubi pri duljim udaljenostima (Cometti i sur, 2001). Vremena koja su potrebna nogometašima za istrčati 10 m, u literaturi se kreću između 1,79 i 1,90 sekundi, što znači da je najbrži nogometaš prosječno jedan metar ispred najsporijeg poslije samo 10 m sprinta, a time stvara izuzetno veliku prednost u igri.

Prema faktorskoj strukturi uspješnosti u nogometu u prostoru izabраних motoričkih sposobnosti (Jukić i sur. 2002), brzina je zastupljena s 25 %. Velik dio nogometne igre otpada na kretanje niskog i umjerenog intenziteta, što nije osobito važno za krajnji rezultat (Bangsbo i Micharsik, 2002). Ono što diferencira nogometaše pri izvođenju različitih struktura kretanja, a time i konkretno doprinosi rezultatu, jest brzina obavljanja zadataka. Nogomet je sportska igra koja sadržava brojne kratke sprintove, ubrzanja i promjene smjera, okrete, skokove i udarce loptom pri prosječnom intenzitetu od 80 do 90 % maksimalne srednje frekvencije (Bangsbo i Micharsik, 2002; Arnason i sur., 2004).

Intenzitet aktivnosti nogometaša

■ Aktivnost visokog intenziteta 9,0% ■ Aktivnost srednjeg intenziteta 26,4%
 ■ Aktivnost niskog intenziteta 59,4% ■ Oporavak 5,2%



Prosječno vrijeme izraženo u postotcima, provedeno u različitim zonama intenziteta nogometaša (Bradleyu i sur., 2010)

Wisløff i sur. (2004), kako bi utvrdili korelaciju apsolutne maksimalne snage i eksplozivne snage tipa skoka i sprinta, proveli su istraživanje na uzorku od 17 međunarodnih vrhunskih nogometaša, članova norveškog klupskog prvaka. Za procjenu maksimalne snage koristili su test dizanja utega u stražnjem polučučnju, a za procjenu eksplozivne snage test sprinta 30 m, sprint letećim startom 10 m i test vertikalnog skoka iz čučnja s pripremom. Dobivene su vrlo visoke korelacije testa maksimalne snage sa svim testovima eksplozivne snage i 30m sprint ($r = 0,71$), 10 m leteći start ($r = 0,68$), vertikalni skok ($r = 0,78$).

Wong i sur. (2010) istraživali su utjecaj kombiniranog treninga snage i eksplozivnosti na terenu na fitnes profil nogometaša uzrasta U-16. U studiji je sudjelovao 51 nogometaš (23 u kontrolnoj i 28 u eksperimentalnoj skupini) koji su provodili trening u trajanju od 12 tjedana. Eksperimentalna skupina je uz nogometni trening radila još dva puta tjedno trening snage i eksplozivnosti na terenu i poboljšala svoje rezultate u snazi šuta, sprintu na 10 i 30 metara te Beep testu. Autori su zaključili da dodatni trening snage i eksplozivnosti u trajanju od 12 tjedana, koji se provodio dva puta tjedno, može dovesti do poboljšanje aerobnih i anaerobnih kapaciteta nogometaša U-16.

Istraživačima je važno ustanoviti kojim se alatima može najviše utjecati na rezultat nogometaša tijekom igre, odnosno kojim testovima se najbolje mjere ili procjenjuju neke od relevantnih sposobnosti koje imaju utjecaj na situacijsku učinkovitost nogometaša, odnosno u konačnici i na bolji rezultat. Očekivano bi bilo da u slučaju ako nogometaš ima bolje rezultate u testovima eksplozivne snage tipa sprint, više sprinta tijekom utakmice, jednako kao što je

logično da i njegova ukupna kretanja budu veća ako na te na testiranju aerobnih kapaciteta ima bolje rezultate. Međutim, tijekom igre, rezultat, kontakt s protivnikom, sve to može utjecati na njegovu izvedbu u igri, što ne mora biti u vezi s rezultatima u testovima. Upravo su to i pretpostavke koje smo nastojali dokazati i ponuditi moguća rješenja u pripremi i provedbi odgovarajućih testova i primjene treninga na poboljšanje rezultata u istim, jer bi na taj način poboljšali rezultat funkcionalne učinkovitosti nogometaša tijekom utakmice.

2. PREGLED DOSADAŠNJIH ISTRAŽIVANJA

Kako ne postoji veliki broj istraživanja koja procjenjuju intenzitet trčanja putem laboratorijskog ili terenskog testa, a postoji određeni broj istraživanja koja govore o razvoju funkcionalnih sposobnosti i povezanosti različitih funkcionalnih sposobnosti sa situacijskim parametrima, pregled dosadašnjih istraživanja biti će podijeljen na sljedeći način:

- Testovi i njihova povezanost sa funkcionalnom učinkovitošću nogometaša,
- Istraživanja antropometrijskih karakteristika, motoričkih i funkcionalnih sposobnosti nogometaša.

2.1. Testovi i njihova povezanost sa funkcionalnom učinkovitošću nogometaša

2.1.1. Transformacijski programi i njihove povezanosti sa funkcionalnom učinkovitošću nogometaša

Helgerud i sur. (2001) su na uzorku od 19 elitnih nogometaša u dobi od $18,1 \pm 0,8$ godina nasumično podijeljenih u eksperimentalnu ($N = 9$) i kontrolnu skupinu ($N = 10$) proveli istraživanje s ciljem utvrđivanja učinka aerobnog treninga na izvedbu tijekom nogometne utakmice. Zaključili su da je eksperimentalnoj grupi: (a) maksimalni primitak kisika (VO_{2max}) povećan sa $58,1 \pm 4,5$ ml/kg/min na $64,3 \pm 3,9$ ml/kg/min ($P < 0,01$), (b) laktatni prag je poboljšao sa $47,8 \pm 5,3$ ml/kg/min na $55,4 \pm 4,1$ ml/kg/min ($P < 0,01$), (c) ekonomičnost trčanja se također poboljšala za 6,7 % ($P < 0,05$), (d) prijeđene udaljenosti tijekom utakmice povećane su za 20 % ($P < 0,01$), (e) broj sprintova povećao se za 100 % ($P < 0,01$), (f) broj kontakta s loptom povećan je za 24 % ($P < 0,05$), (g) prosječni intenzitet tijekom nogometne utakmice, mjereno kao postotak maksimalne frekvencije srca povećan je sa $82,7 \pm 3,4$ % na $85,6 \pm 3,1$ % ($P < 0,05$) i (h) nisu pronađene promjene u visini maksimalnog vertikalnog skoka, snazi, brzini, brzina udarca, preciznosti udarca ili kvaliteti pasova nakon razdoblje treniranja. Kontrolna skupina nije pokazala nikakve promjene u bilo kojem od testiranih parametara. Poboljšana aerobna izdržljivost u nogometaša utječe na nogometaševu izvedbu povećanjem ukupne prijeđene udaljenosti, poboljšava intenzitet te povećava broj sprintova i broja dodira s loptom tijekom utakmice.

Castagna i sur. (2002) pratili su 22 vrhunska talijanska nogometna suca u 29 Seria A utakmica. Cilj istraživanja bio je utvrditi predikciju situacijskih fitnes parametara temeljem tri testa. Suci su mjereni terenskim testovima: 50 m, 200 m i trčanjem od 12 min, dok su situacijski parametri određeni s 11 varijabli i to (a) stajanje, (b) hodanje prema naprijed, (c) trčanje niskim intenzitetom (manje od 13 km/h), (d) trčanje srednjim intenzitetom (13,1 - 18 km/h), (e) trčanje visokim intenzitetom (18,1 - 24 km/h), (f) trčanje maksimalnog intenziteta (> 24 km/h), (g) hodanje unatrag; (h) trčanje unatrag, (i) trčanje bočno, (j) aktivnosti visokim intenzitetom (AVI, zbroj aktivnosti koje se obavljaju pri brzinama većim od 18,1 km/h) i (k) aktivnosti neobičnog smjera (trčanje unatrag plus bočno trčanje). Ukupna aktivnost sudaca određena je kao ukupna prijeđena udaljenost tijekom utakmice i u umjerenoj korelaciji je s testom trčanja od 12 min ($r = 0,71$, $P < 0,05$). Nadalje, test trčanja od 12 min je značajno i pozitivno povezan s AVI i trčanjem maksimalnog intenziteta ($r = 0,51$, $p < 0,05$ i $r = 0,32$, $p < 0,05$). Test Sprint na 200 m negativno je povezan s ukupnom prijeđenom udaljenošću ($r = -0,48$, $p < 0,05$). Međutim, prijeđena udaljenost trčanjem maksimalnog intenziteta i AVI nisu povezani sa Testom 200 m sprinta ($r = -0,17$, $p = 0,30$, i $r = 0,27$, $p < 0,10$). Test Sprint na 50 m je negativno povezan s zbrojem svih aktivnosti tijekom utakmice ($r = -0,38$, $p < 0,05$), ali ne s varijablama trčanje maksimalnim intenzitetom i AVI ($r = -0,04$, $p < 0,82$ i $r = -0,10$, $p < 0,55$). Test Trčanje na 12 min umjereno je prediktor situacijske izvedbe. Terenskim ispitivanjima ispitanika u ovoj studiji utvrđeno je da su Trčanje na 12 min umjereno i Sprint na 50 m i 200 m slabo povezani sa situacijskim fitnes parametrima.

Istraživanja su pokazala da tjelesni kapaciteti nogometaša padaju s približavanjem kraja natjecateljske sezone. Istraživanje Mohr i sur. (2002) bavilo se tim pitanjem u svrhu testiranja programa intenzivnog aerobnog treninga u trajanju od jednog mjeseca i to između kraja sezone i početka Svjetskog nogometnog prvenstva 2002. godine. Također, željeli su vidjeti može li se utvrditi fizičko stanje nogometaša i povezanost nogometaševe izvedbe s rezultatima Yo-Yo testa izdržljivosti s prekidima. Istraživanjem su obuhvaćeni igrači Danske nacionalne vrste. Yo-Yo test igrači su izvodili četiri puta T1 - tri mjeseca prije Prvenstva, T2 - dva mjeseca prije Prvenstva, T3 - jedan mjesec prije Prvenstva i T4 - jedan tjedan prije Prvenstva. Da bi izmjerili utjecaj testa na igrače, igrači su snimljeni u utakmici koja se odigrala dan nakon T2 testa. Nakon provedenog istraživanja, autori su primijetili kako je frekvencija srca bila značajno manja nakon T1 i T2 u odnosu na T3 (171 ± 2 , 171 ± 2 u odnosu na 175 ± 2). Nakon T4 frekvencija srca je bila najmanja (170 ± 2). Dva igrača, radi ozljede, nisu provodili intenzivni aerobni program, već su trenirali laganim intenzitetom i ta su dva igrača, u odnosu na ostale, imali veću frekvenciju srca nakon T4 u odnosu na T3. Maksimalna prijeđena udaljenost pri trčanjima

visokim intenzitetom u 5-minutnom intervalu bila je $0,36 \pm 0,1$ km i bila je negativno povezana ($r = -0,61$) s relativnom frekvencijom srca s kraja Yo-Yo testa aerobne izdržljivosti ($91,4 \pm 0,7$ % od maksimalnog broja otkucaja srca). Autori su zaključili da na kraju sezone, intenzivnim aerobnim programom igraču se može produljiti njegovi kapaciteti i treba im dati na važnosti ukoliko se pripremaju za turnir tipa Svjetsko prvenstvo. Također, rezultati frekvencije srca izmjerene tijekom Yo-Yo testa aerobne izdržljivosti s prekidima, čine se valjani u procjeni igračeve tjelesne izvedbe tijekom utakmice.

U istraživanju Faude i sur. (2012) govori se o tome da otprilike 50 % situacija iz kojih su postignuti golovi, proizlaze nakon pravocrtnog sprinta pa su Papadakis i sur. (2017) proveli istraživanje u svrhu ispitivanja utjecaja aerobne izdržljivosti ($VO_2\text{max}$ na pokretnoj traci), brzine (5m, 10m, 30m) i snage (izokinetičke vježbe snage četveroglavog mišića natkoljenice) na sposobnost ponavljanja sprinta (6 x 35 m). Istraživanje je provedeno na 18 profesionalnih nogometaša ($2,1 \pm 5,8$ god., 180 ± 6 cm, $77,4 \pm 4,5$ kg i $10,4 \pm 2,8$ % potkožnog masnog tkiva) na početku pripremnog perioda. Nakon istraživanja, utvrđeno je da brzina i $VO_2\text{max}$ imaju slabu povezanost sa sposobnošću ponavljanja sprinta ($r = -0,33$, $r = -0,34$), dok maksimalna brzina nešto više ($r = 0,40$). Izokinetička snaga četveroglavog mišića natkoljenice puno bolje objašnjava sposobnosti ponavljanja sprinta ($r = -0,45$ do $r = -0,68$). Autori su zaključili da je sposobnost ponavljanja sprintova pod utjecajem više faktora.

Tablica 1. Transformacijski programi i njihove povezanosti sa funkcionalnom učinkovitosti – pregled istraživanja

Autori	Ispitanici	Program	Trajanje	Cilj	Efekti
Helgerud i sur. (2001)	9 vrhunskih nogometaša	Specifični aerobni trening sastojao se od intervalnog treninga, četiri puta 4 min na 90-95 % maksimalnog otkucaja srca, sa 3 - min laganog trčanja između, dva puta tjedno u 8 tjedana. Igrači su se pratili putem videa u dvije utakmice, jedna prije i jedna poslije osmotjednog treninga.	8 tjedana	utvrđivanje učinka aerobnog treninga na izvedbu tijekom nogometne utakmice	Poboljšana aerobna izdržljivost u nogometaše utječe na nogometaševu izvedbu povećanjem ukupne prijeđene udaljenosti, poboljšava intenzitet, te povećava broj sprintova i broja dodira s loptom tijekom utakmice
Castagna i sur. (2002)	22 vrhunska talijanska suca	praćanje 11 zadanih situacijskih parametara u 29 Serie A utakmica	sezona Serie A 94 - 95 i 95 - 96	utvrditi predikciju situacijskih fitnes parametara temeljem tri testa. Suci su mjereni terenskim testovima: 50m, 200m i trčanjem od 12 min	Test Trčanje na 12min umjereni je prediktor situacijske izvedbe. Terenskim ispitivanjima ispitanika u ovoj studiji utvrđeno je da su umjereni (Trčanje na 12min) i slabo (Sprint na 50m i 200 m) povezani sa situacijskim fitnes parametrima.
Mohr i sur. (2002)	Igrači Danske seniorske nogometne vrste	Yo-Yo test, igrači su izvodili 4 puta T1 - tri mjeseca prije Prvenstva, T2 - dva mjeseca prije Prvenstva, T3 - jedan mjesec prije Prvenstva i T4 - jedan tjedan prije Prvenstva. Da bi izmjerili utjecaj testa na igrače, igrači su snimljeni u utakmici koja se odigrala dan nakon T2 testa.	jedan mjesec i to između kraja sezone i početka Svjetskog nogometnog prvenstva 2002. godine.	u svrhu testiranja programa intenzivnog aerobnog treninga u trajanju od jednog mjeseca i to između kraja sezone i početka Svjetskog nogometnog prvenstva 2002. godine. Također, željeli su vidjeti može li se utvrditi fizičko stanje nogometaša i povezanosti nogometaševe izvedbe s rezultatima Yo-Yo testom izdržljivosti s prekidima	intenzivnim aerobnim programom igraču se može produljiti njegovi kapaciteti i treba im dati na važnosti ukoliko se pripremaju za turnir tipa Svjetsko prvenstvo. Također, frekv. srca izmjereni tijekom Yo-Yo testa aerobne izdržljivosti s prekidima se čine valjani u procjeni igračeve tjelesne izvedbe tijekom utakmice.
Papadakis i sur. (2012)	Igrači Grčke seniorske nogometne vrste	igrači su testirani u jednom tjednu, 3 dana u razmaku od 48 sati između dana testiranja. VO ₂ max i izokinetička snaga su testirani prvo pa nakon toga brzina i na kraju RSA.	na početku pripremnog perioda	utjecaj aerobne izdržljivosti (VO ₂ max na pokretnoj traci), brzine (5m, 10m, 30m) i snage (izokinetičke vježbe snage četveroglavog mišića natkoljenice) na sposobnosti ponavljanja sprinta (6x35 m).	Autori su zaključili da je sposobnost ponavljanja sprintova pod utjecajem više faktora.

2.1.2. Povezanost testova sa funkcionalnom učinkovitošću nogometaša

Bradley i sur. (2010) proveli su istraživanje na ukupno 148 vrhunskih i 14 poluvrhunskih nogometaša, uključujući vrhunske mlade engleske nogometaše ($N = 34$) i seniore ($N = 36$), vrhunske mlade danske nogometaše ($N = 16$) i seniore ($N = 44$), uključujući i igrače danskog nacionalnog tima ($N = 18$). Ciljevi istraživanja bili su (a) odrediti primjenjivost submaksimalnog i maksimalnog Beep testa izdržljivosti s prekidima (periodima odmora) na razini 2 (Yo-Yo IE2 test), (b) procijeniti odnos između Yo-Yo IE2 testa i izvedbe tijekom utakmice i (c) kvantificirati osjetljivost Yo-Yo IE2 testa za otkrivanje test-retest promjena te utvrditi razlike između izvedbi različitih igračkih standarda i položaja u vrhunskom nogometu. Maksimalni Yo-Yo IE2 test traje 6 - 25 min i sastoji se od više uzastopnih 20-m ponavljanja, uz postupno povećanje brzine koju diktira CD-player. Mjerena je frekvencija srca tijekom izvedbe i oporavka. Vrhunski seniori ($N = 11$), mladi ($N = 22$) i poluvrhunski igrači ($N = 8$) ispitani su testom aerobne izdržljivosti na pokretnoj traci, koji se sastojao od povećanja brzine do otkaza. Profil aktivnosti vrhunskih Engleski igrača ($N = 36$) bio je zabilježen tijekom natjecateljskih utakmica koristeći računalni sustav praćenja s više kamera (ProZone Sport d.o.o, Leeds, Velika Britanija) u istim razdobljima sezone kada su mjereni Yo-Yo IE2 testom, koristeći procedure Bradley i sur. (2009a). Nadalje, profil aktivnosti tijekom natjecateljskih utakmica kod Danskih vrhunskih igrača ($N = 32$) određen je Time analizom pokreta, kao što je opisana od strane Bangsbo i sur. (1991). Ukupna udaljenost predstavlja ukupnu prijeđenu udaljenost za vrijeme utakmice. Trčanje visokim intenzitetom sastojalo se od trčanja, brzog trčanja i sprinta (trčanje brzinom > 14.4 km/h, Bradley i sur. 2009a; > 15 km/h, Bangsbo i sur. 1991). Trčanje vrlo visokim intenzitetom sastoji se od brzog trčanje i sprinta (trčanje brzinom > 19.8 km/h, Bradley i sur. 2009.; > 18 km/h Bangsbo i sur. 1991). Istraživači su pokazali da intra i inter promatran koeficijent varijacije (CV) za ukupno prijeđene udaljenosti trčanja visokim intenzitetom i trčanja vrlo visokim intenzitetom pri korištenju ovakvih analiza utakmice iznosi < 3 % (Bangsbo i sur. 1991, Bradley i sur. 2009a; Krstrup i Bangsbo 2001). Test-retest koeficijent varijacije (CV) u Yo-Yo IE2 testiranju i broj otkucaja srca nakon šest minuta bio je 3,9 % ($N = 37$) i 1,4 % ($N = 32$). Rezultati u Yo-Yo IE2 vrhunskih i mladih U-19 igrača bili su bolji ($P < 0,01$) od vrhunskih mladih U-16 i poluvrhunskih igrača (2603 ± 451 i 2534 ± 549 vs. 1855 ± 535 vs. 1749 ± 382 m). Intra i inter koeficijent CV za Yo-Yo IE2 testa iznosili su 4,2 % i 5,6 %. Korelacija je zabilježena ($P < 0,05$) između Yo-Yo IE2 testa i ukupne ($r = 0,74$) te visokog intenziteta ($r = 0,58$) prijeđene udaljenosti tijekom utakmice. Korelacija je također vidljiva ($P < 0,01$) između Yo-Yo IE2 testa srčanog ritma nakon šest

minuta izražena u postotku maksimalne brzine otkucaja srca i vršne vrijednosti za vrijeme trčanja visokim intenzitetom veznih igrača u pet minuta ($r = -0,71$), 15 minuta ($r = -0,75$) i 45 minuta raz razdoblja igre ($r = -0,77$).

Jelešković i sur. (2010) su na 11 nogometaša, prvoligaša, seniora proveli istraživanje s ciljem utvrđivanja odnosa između fitnes profila i stanja efikasnosti u nogometu. Kod ispitanika su mjerene osnovne morfološke karakteristike: visina (cm), težina (mm) i potkožno masno tkivo (%). Testom VO_{2max} mjerene su sljedeće varijable: prosječni maksimalni primitak kisika (ml/kg/min), maksimalna frekvencija srca (B/min) i maksimalna brzina trčanja (km/h). Stanje efikasnosti bilo je određeno ProZone-om. Značajna korelacija utvrđena je između ukupnog broja dodanih lopti i uspješno dodanih lopti ($R = 0,99$), ukupnog broja dodanih lopti i neuspješno dodanih lopti ($R = 0,79$), neuspješno i uspješno dodanih lopti ($R = 0,71$), prosječne dužine sprinta i maksimalne brzine ($R = 0,83$), kao i broja sprintova kod neuspješno dodanih lopti ($R = 0,63$), ukupne prijeđene udaljenosti u drugom poluvremenu i broja sprintova ($R = 0,62$), ukupne prijeđene udaljenosti u sprintu i neuspješno dodanih lopti ($R = 0,67$), ukupne prijeđene udaljenosti u sprintu i ostvarenih broja sprintova ($R = 0,91$), visine i težine ($R = 0,71$), prosječnog maksimalnog unosa kisika i ukupno prijeđene udaljenosti u sprintu ($R = 0,61$), maksimalne brzine trčanja i broja sprintova ($R = 0,76$). Ovi podaci samo dokazuju složenost uspjeha u nogometu i potrebu za daljnjim istraživanjem, kao i napretka u procesu obuke nogometne igre. Također, za buduća istraživanja predlažu veću raznovrsnost funkcionalnih i motoričkih varijabli i njihovu povezanost sa raznim pokazateljima stanja situacijske efikasnosti nogometaša.

Castagna i sur. (2010) su na 18 nogometaša (u dobi od $14,4 \pm 0,1$ god., visine $1,67 \pm 4,8$ cm, tjelesne mase $53,6 \pm 1,8$ kg), slučajno izabrana među populacijom vrhunskih mladih nogometaša, proveli istraživanje u cilju ispitivanja odnosa između terenskih testova izdržljivosti i izvedbe tijekom igre vrhunskih mladih nogometaša. Igrači su promatrani tijekom domaćeg prvenstva s ekipama odgovarajućih dobnih kategorija i nasumično testirani Beep testom s intervalima odmora (Yo-Yo IR1), MSFT-testom i Hoff testom u nekoliko navrata. Fizički i fiziološki parametri situacijske efikasnosti prikupljeni su koristeći Global Positioning System tehnologije i telemetrije kratkog dometa za frekvenciju srca (GPS Elite, Canberra, Australija). Praćene aktivnosti tijekom utakmice prema Castagna i sur. (2003) su: (a) stajanje (ST: $0 - 0,4$ km/h), (b) hodanje (W: $0,4 - 3,0$ km/h), (c) trčanje (J: $3,0 - 8,0$ km/h), (d) trčanje srednjim intenzitetom (MIR: $8,0 - 13,0$ km/h), (e) trčanje visokim intenzitetom (HIR: $13,0 - 18,0$ km/h); (f) sprint (SPR: $> 18,0$ km/h) i (g) aktivnosti visokog intenziteta (HIA: HIR + SPR). Dobili su sljedeće podatke: igrači prijeđu 6.087 ± 58 m ($5.098 - 7.019$ m), od kojih je 15

% (930 ± 362 m; $442 - 1\,513$) izvedenih aktivnostima visokog intenziteta. Tijekom prvog i drugog poluvremena, igrači su dosegli $86,8 \pm 6,5$ i $85,8 \pm 5,8$ % maksimalne frekvencije srca (HR_{max} , $p = 0,17$), s najvišim vrijednostima od 100 ± 2 i $99,4 \pm 3,2$ % HR_{max} . Rezultati testova Yo-Yo IR1 i MSFT značajno su povezani ($r = 0,62-0,76$) sa brojnim aktivnostima nogometne utakmice. Ukupna prijeđena udaljenost zabilježena Yo-Yo IR1, MSFT i Hoff testiranjem je 760 ± 283 m ($400 - 1,320$ m), 1653 ± 367 m ($1,040 - 2,120$ m) i $1,0596 \pm 191$ m ($666 - 1,280$ m). Ukupna prijeđena udaljenost bila je povezana (velika) samo s MSFT testom. Međutim, Yo-Yo IR1 i MSFT rezultati su bili značajno povezani (velika do vrlo velika povezanost) sa aktivnostima visokog intenziteta, trčanjem visokim intenzitetom i sprintom. Nije utvrđena značajna povezanost između Hoff testa, bilo s Yo-Yo IR1 ili MSFT testom. Međutim, Hoff test je značajno povezan samo sa prijeđenom udaljenošću u sprintu ($r = 0,70$, $p = 0,04$). Test Yo-Yo IR1 pokazao je vrlo veliku povezanost s MSFT testom ($r = 0,89$, $p < 0,0001$). Rezultati ovog istraživanja pokazali su da Yo-Yo IR1 i MSFT test mogu biti vrijedni testovi za procjenu situacijske učinkovitosti i dobar trening u mladim nogometaša. Zbog povezanosti Yo-Yo IR1 i MSFT testa s aktivnostima tijekom utakmice, autori smatraju da te testove treba uzeti u obzir prilikom odabira i razvoja talentiranih igrača.

Buchheit i sur. (2010) proveli su istraživanje na 77 nogometaša različitih godišta (U13 - U18), podijeljenih prema igračkoj poziciji, koji su praćeni tijekom 42 utakmice. Cilj istraživanja bio je: (a) izmjeriti izvedbu nogometaša različitih godišta i pozicije u igri tijekom utakmice, (b) istražiti jesu li individualne razlike u izvedbi tijekom utakmice povezane s različitim fizičkim kapacitetima i (c) izmjeriti veličinu te povezanost za svaku poziciju igrača u ekipi. Za testove koje su željeli povezati s izvedbom tijekom utakmice, autori su odabrali vertikalni skok (CMJ), igračevu akceleraciju (najbrže prijeđenih 10 m tijekom 40 m sprinta), ponovljene sprintove (RSA), Terenski test aerobne izdržljivosti (početna brzina trčanja je 8 km/h s povećanjem brzine za 0,5 km/h svake minute i tako do otkaza). Situacijske varijable s kojima su uspoređivali rezultate testova bile su: (a) ukupna prijeđena udaljenost (TD), (b) trčanje niskim intenzitetom (LIR: < 13 km/h), (c) trčanje visokim intenzitetom (HIR: $13,1 - 16,1$ km/h), (d) trčanja vrlo visokim intenzitetom (VIHR: $16,1 - 19$ km/h) i sprint ($> 19,1$ km/h). Dobili su rezultate koji pokazuju da izvedba tijekom utakmice raste s godinama i kad se korigira godinama i vremenom provedenim u igri, izvedba tijekom utakmice je ovisna o poziciji igrača koju igra. Tako središnji igrači prijeđu najveću udaljenost, a središnji braniči najmanju. VHIA je najmanja kod središnjih braniča, u usporedbi s ostalim igračkim pozicijama. Krilni igrači i napadači pokazuju najbolje vrijednosti u VHIA. Povezanost izvedbe tijekom utakmice i testova ovisi o poziciji koju igrač igra u ekipi. Velika povezanost utvrđena je kod dva napadača i krilnih

igrača (VHIA s najvećom brzinom trčanja na terenskom testu aerobne izdržljivosti, $r = 0,70$). Prema rezultatima istraživanja, autori su zaključili da je razina fitnesa preduvjet za dobru izvedba tijekom utakmice i treba biti smjernica pri određivanju igračke pozicije u ekipi.

Tablica 2. Povezanost testova sa funkcionalnom učinkovitosti – pregled istraživanja

Autori	Ispitanici	Program	Trajanje	Cilj	Efekti
Bradley i sur. (2010)	vrhunski mladi Engleski nogometaši (n = 34) i seniori (n = 36), vrhunski mladi Danski nogometaši (n = 16) i seniori (n = 44), uključujući i igrače Danskog nacionalnog tima (n = 18)	Igrači su testirani Bib-2 testom, testom za procjenu aerobne izdržljivosti na pokretnoj traci. Situacijski parametri prikupljeni su praćenjem vrhunskih engleskih nogometaša (n = 36), danskih vrhunskih nogometaša (n = 32)		(1) odrediti primjenjivost submaksimalnog i maksimalnog Beep testa izdržljivosti s prekidima (periodima odmora) na razini 2 (Yo-Yo IE2 test), (2) procijeniti odnos između Yo-Yo IE2 testa i izvedbe tijekom utakmice i (3) kvantificirati osjetljivost Yo-Yo IE2 testa za otkrivanje test-retest promjena i utvrditi razlike između izvedbi različitih igračkih standarda i položaja u vrhunskom nogometu.	Rezultati u Yo-Yo IE2 vrhunskih mladih U19 igrača su bili bolji od vrhunskih mladih U16 i poluvrhunskih igrača. Intra i inter koeficijent CV za Yo-Yo IE2 testa su 4,2 i 5,6 %. Korelacija je zabilježena između Yo-Yo IE2 testa i ukupne te visokog intenziteta prijedene udaljenosti tijekom utakmice. Korelacija je također vidljiva između Yo-Yo IE2 testa srčanog ritma nakon 6 min izražena u postotku maksimalne brzine otkucaja srca i vršne vrijednosti za vrijeme trčanja visokim intenzitetom veznih igrača u 5. min, 15. min i 45.-min razdoblja igre.
Jelešković i sur. (2010)	11 vrhunskih nogometaša	ispitanicima su uzete mjere morfoloških karakteristika i testirani su testom za procjenu aerobnih sposobnosti	Igrači su praćeni tijekom sezone 2008-08	utvrditi odnos između fitnes profila i stanja efikasnosti u nogometu	Značajna korelacija utvrđena je između ukupnog broja dodanih lopti i uspješno dodanih lopti, ukupan broj dodanih lopti i neuspješno dodanih lopti, neuspješno i uspješno dodanih lopti, prosječna dužina sprinta i maksimalna brzina, kao i broj sprintova kod neuspješno dodanih lopti, ukupna predena razdaljina u drugom poluvremenu i broj sprintova, ukupna predena razdaljina u sprintu i neuspješno dodanih lopti, ukupna predena razdaljina usprintu i ostvareni broj sprintova, visina i težina, prosječan maksimalan unos kisika i ukupno predena razdaljina u sprintu, maksimalna brzina trčanja i broj sprintova
Castagna i sur. (2010)	18 nogometaša (od 14,4 ± 0,1 god.)	Igrači su promatrani tijekom domaćeg prvenstva s ekipama odgovarajućih dobnih kategorija i nasumično testirani Beep testom s intervalima odmora (Yo-Yo IR1), MSFT-testom i Hoff testom u nekoliko navrata.	posljednja dva mjeseca sezone 2007	ispitivanju odnosa između terenskih testova izdržljivosti i izvedbe tijekom igre vrhunskih mladih nogometaša	Rezultati ovog istraživanja su pokazali da Yo-Yo IR1 i MSFT mogu biti vrijedni testovi za procjenu situacijske učinkovitosti i dobar trening u mladih nogometaša. Zbog povezanosti Yo-Yo IR1 i MSFT s aktivnostima tijekom utakmice, autori smatraju kako te testove treba uzeti u obzir prilikom odabira i razvoja talentiranih igrača

Buchheit i sur. (2010)	77 nogometaša različitih godišta (U13-U18)	odabrani testovi bili su vertikalni skok (CMJ), igračevu akceleraciju (najbrže prijeđenih 10m tijekom 40m sprinta), ponovljene sprintove (RSA), Terenski test aerobne izdržljivosti i Situacijske varijable s kojima su uspoređivali rezultate testova		1. izmjeriti izvedbu nogometaša različitih godišta i pozicije u igri tijekom utakmice; 2. Istražiti da li su individualne razlike u izvedbi tijekom utakmice povezane s različitim fizičkim kapacitetima; 3. Izmjeriti veličinu te povezanosti za svaku poziciju igrača u ekipi.	Rezultatima svog istraživanja autori su zaključili kako razina fitnesa preduvjet za dobru izvedbu tijekom utakmice i treba biti smjernica pri određivanju igračke pozicije u ekipi.
------------------------	--	--	--	--	---

2.2. Istraživanja antropometrijskih karakteristika, motoričkih i funkcionalnih sposobnosti nogometaša

Henry i sur. (1999) na 13 su treniranih nogometaša u dobi od $12,62 \pm 0,65$ godina pokušali utvrditi predikciju vrijednosti $VO_2\max$ na temelju Beep 20 multi stage fitnes testa. Uzorak je mjereno u laboratoriju na pokretnoj traci i direktnim mjerenjem je izmjeren prosječni $VO_2\max$ ($56,53 \pm 5,80$). Isti ispitanici mjereni su Beep 20 multi stage fitnes testom i njihovi rezultati su obrađeni sa dvije jednadžbe, radi predikcije $VO_2\max$, prema Leger i sur. (1982). Zavisnim t-testom mjerene su razlike aritmetičkih sredina. Nakon toga, rezultati prvog i drugog mjerenja obrađeni su korelacijskom analizom. Nisu pronađene statistički značajne razlike ($p > 0,05$) između stvarnih i predviđenih vrijednosti $VO_2\max$. Direktno mjereno $VO_2\max$ (na pokretnoj traci) iznosio je $56,53 \pm 5,80$ ml/kg/min, dok je predviđeni $VO_2\max$, izračunat prvom jednadžbom, iznosio $58,68 \pm 3,22$ ml/kg/min, a nakon druge $55,14 \pm 3,89$ ml/kg/min. Zaključno, Beep 20 MST čini se valjan za predviđanje kardiovaskularnog statusa mladih nogometaša

Chamari i sur. (2005) proveli su istraživanje u koje su uključili 24 seniora i 21 nogometaša u dobi od 14 godina. Cilj studije bio je usporedba aerobnih kapaciteta mladih i odraslih vrhunskih nogometaša, koristeći se odgovarajućim postupcima (jednadžbama) za nemasnu masu tijela. U laboratoriju, sudionicima je izmjeren postotak masnog tkiva, težina, visina, maksimalna frekvencija srca, maksimalni primitak kisika, maksimalna brzina trčanja pri maksimalnom primitku kisika i minimalna brzina trčanja pri maksimalnom primitku kisika. Radi određivanja odnosa između maksimalnog i submaksimalnog duga kisika prilikom trčanja (ekonomičnost trčanja) i tjelesne mase, autori su koristili alometričke jednadžbe. Razlika među grupama izmjerena je Anovom analizom uz $p < 0,005$. Maksimalni i submaksimalni primitak kisika u odnosu na nemasnu masu tijela, s dobivenim eksponentom B, iznosi 0,72 (0,04) i 0,60 (0,06). $VO_2\max$ seniora bio je sličan onome 14-godišnjacima, kad se iznosi iskazuju u

direktnom omjeru tjelesne mase, tj. ml/kg/min, ali 5 % veći ($p < 0,05$) kad se iskazuje pomoću odgovarajućeg eksponenta. S druge strane, u usporedbi sa seniorima, 14-godišnjacima su imali 13 % veću ($p < 0,001$) energetske potrošnje prilikom trčanja, tj. slabiju ekonomičnost trčanja kad se iskazuje u ml/kg/min, ali ne i kad se iskazuje u skladu s postupcima skaliranja. U usporedbi s 14-godišnjacima, VO_{2max} kod seniora je podcijenjen, ali i ekonomičnost trčanja precijenjena, kad se iskazuje kao tradicionalno ml/kg/min. Studija jasno pokazuje zamku u prethodnim studijama kada je analiziran aerobni kapacitet ispitanika s različitim tjelesnim masama. To pokazuje da korištenje alometričkog skaliranja može utjecati na ocjenu i rezultat treninga za poboljšanje aerobnog kapaciteta.

Chamari i sur. (2004) proveli su istraživanje s ciljem utvrđivanja povezanosti između laboratorijskih i terenskih testova po pitanju fitnes profila nogometaša. Istraživanje je provedeno na 34 nogometaša od 17,5 godina, visine 177,8 cm, težine 70,5 kg, BMI 22,5 kg/m² i 11.8 % tjelesnog masnog tkiva. Uspoređivali su rezultate laboratorijskih testova i to VO_{2max} dobivenog na pokretnoj traci i visinu vertikalnog skoka s platforme, dok su terenski testovi bili specifični, test izdržljivosti Bangsbo test i 30 m sprint (ćelije su bile postavljene na 10 i 30 m). Autori su postavili hipotezu da će Bangsbo test biti povezan s VO_{2max} i da će vertikalni skok biti povezan s vremenom sprinta. Iako nisu utvrdili značajnu povezanost Bangsbo testa i rezultata VO_{2max} s pokretne trake, ustanovili su značajnu pozitivnu povezanost između najniže i najviše brzine pri VO_{2max} (vVO_{2max} i $vpeak\ VO_{2max}$) i prijeđene udaljenosti u Bangsbo testu. Također, nisu dobili značajnu povezanost između visine vertikalnog skoka i izvedbi sprinta, no ustanovljena je pozitivna povezanost između najveće brzine skoka i sprinta na 20 i 30 m. Regresijskom su analizom ustanovili da je izvedba 30 m sprinta objašnjena s 46 % odraznom silom skoka i brzinom skoka.

Castagna i sur. (2006) analizirali su 24 seniora $25,6 \pm 5,1$, godina uz tvrdnju da nema dostupnih studija o učinku eksplozivne snage donjih ekstremiteta na rezultat u Beep testu u nogometaša. Svrha ovog rada bila je ispitati fiziološke odrednice nogometaša testovima: Beep test izdržljivosti TIP 1 s periodima odmora i Beep testom izdržljivosti TIP 2 kontinuirani. Ispitivanje je održano u tri dana (tri dana razmaka između pojedinih testova) s nasumičnim odabirom ispitanika. Testiranje se odvijalo ovim redoslijedom: (a) testiranje eksplozivne snage nogu - vertikalni skok i testiranje aerobne izdržljivosti na pokretnoj traci, (b) Beep test izdržljivosti TIP 2 kontinuirani i (c) Beep test izdržljivosti TIP 1 s periodima odmora. Rezultati su pokazali da su Beep test izdržljivosti TIP 2 kontinuirani i Beep test izdržljivosti TIP 1 s periodima odmora značajno povezani ($r = 0,75$, $p = 0,00002$). Rezultati Beep testa izdržljivosti TIP 2 kontinuirani su značajno povezani s VO_{2max} , $VT\ VO_2$, a brzina VT (ventilatory

threshold) ($r = 0,75, 0,76$ i $0,83$, odnosno $p < 0,00002$). Rezultati najviše brzine na pokretnoj traci značajno su povezani sa Beep testom izdržljivosti TIP 2 kontinuirani i Beep test izdržljivosti TIP 1 s periodima odmora ($r = 0,87$ i $0,71$, odnosno $p < 0,0003$). Beep test izdržljivosti TIP 1 s periodima odmora značajno je povezan s najvišom proizvedenom silom vertikalnog skoka ($r = 0,57$, $p = 0,003$). Navedeni rezultati pokazuju da Beep test izdržljivosti TIP 2 kontinuirani i Beep test izdržljivosti TIP 1 s periodima odmora, iako sličnih startnih brzina i ubrzavanja, pod utjecajem su različitih varijabli. Iz tih rezultata, Beep test izdržljivosti TIP 2 kontinuirani može se smatrati testom aerobne izdržljivosti, dok se za Beep test izdržljivosti TIP 1 s periodima odmora može reći da predstavlja aerobno-anaerobni nogometni specifični terenski test.

Sporiš i sur. (2009) proveli su istraživanje na 270 nogometaša, od čega 80 napadača, 80 veznih igrača, 80 obrambenih igrača i 30 golmana, sa svrhom pronalaženja odgovora razlikuju li se igrači različitih igračkih pozicija u fizičkim i fiziološkim karakteristikama. Da bi se utvrdio fitnes profil vrhunskog nogometaša, za potrebe istraživanja, autori su koristili bateriju testova, koja je obuhvaćala morfološka obilježja (visina tijela, težina i postotak tjelesne masti), eksplozivnu snagu tipa sprinta (5, 10 i 20 m) i eksplozivne snage tipa skočnosti (skok u vis i skok u vis s pripremom), nakon čega je slijedilo testiranje na pokretnoj traci radi utvrđivanja $VO_2\max$ (mjereni su relativni primitak kisika u ml/kg/min, maksimalna frekvencija srca u B/min, maksimalna brzina trčanja u km/h i koncentracija laktata u krvi u mmol/l). Razlike i povezanosti među grupama ispitanika, autori su utvrdili Anovom i Korelacijskom analizom. Došli su do podataka da su vratari najviši i najteži igrači u momčadi. Oni su također najsporiji u eksplozivnoj snazi tipa sprint na 10 i 20 metara, dok su u istim testovima napadači pokazali najbolje rezultate. Utvrđena je statistički značajna razlika između napadača i obrambenih igrača kod testova eksplozivne snage tipa skočnosti skok u vis i skok u vis s pripremom, a u istim testovima vratari su pokazali bolje rezultate od igrača u polju. Vezni igrači su imali statistički značajno bolje vrijednosti relativne potrošnje kisika, maksimalnog broj otkucaja srca, maksimalne brzine trčanja i koncentracije laktata u krvi od obrambenih igrača i napadača. Obrambeni igrači su imali više masnog tkiva od napadača i veznih igrača ($p < 0,05$).

Tablica 3. Istraživanja antropometrijskih karakteristika, motoričkih i funkcionalnih sposobnosti nogometaša

Autori	Ispitanici	Program	Trajanje	Cilj	Efekti
--------	------------	---------	----------	------	--------

Henry i sur. (1999)	13 treniranih nogometaša u dobi od $12,62 \pm 0,65$ god.	Uzorak je mjereno u laboratoriju na pokretnoj traci i direktnim mjerenjem je izmjeren prosječni $VO_2\max$. Isti ispitanici mjereni su Beep 20 multistagefitnes testom i njihovi rezultati su obrađeni sa 2 jednadžbe, Leger i sur. (1988) radi predikcije $VO_2\max$		utvrditi predikciju vrijednosti $VO_2\max$ na temelju Beep 20 multistagefitnes testa	Nisu pronađene statistički značajne razlike ($p > 0,05$) između stvarnih i predviđenih vrijednosti $VO_2\max$. Beep 20 MST čini se valjan za predviđanje kardiovaskularnog statusa mladih nogometaša
Chamari i sur. (2005)	24 seniora i 21 četnaest godišnja nogometaša	U laboratoriju, sudionicima je izmjeren postotak masnog tkiva, težina, visina, maksimalan broj otkucaja srca, maksimalni primitak kisika, maksimalna brzina trčanja pri maksimalnom primitku kisika i minimalna brzina trčanja pri maksimalnom primitku kisika	testiranje u jednom danu	usporedba aerobnih kapaciteta mladih i odraslih vrhunskih nogometaša koristeći odgovarajućim postupcima (jednadžbama) za nemasnu masu tijela	U usporedbi s 14-godišnjacima, $VO_2\max$ u seniorima je podcijenjen ali i ekonomičnost trčanja precijenjena kad se iskazuje kao tradicionalno ml/lmb/min. Studija pokazuje kako korištenje alometričkog skaliranja može utjecati na ocjenu i rezultat treninga za poboljšanje aerobnog kapaciteta.
Chamari i sur. (2006)	34 nogometaša od 17.5 godina	Uspoređivali su rezultate laboratorijskih testova i to $VO_2\max$ dobivenog na pokretnoj traci i visinu vertikalnog skoka s platforme, dok su terenski testovi bili specifični test izdržljivosti Bangsbo test i 30m sprint (čelije su bile postavljene na 10 i 30m).		utvrđivanja povezanosti između laboratorijskih i terenskih testova po pitanju fitnes profila nogometaša	nisu utvrdili značajnu povezanost Bangsbo testa i rezultata $VO_2\max$ s pokretne trake. Međutim, ustanovili su značajnu pozitivnu povezanost između najniže i najviše brzine pri $VO_2\max$ (v $VO_2\max$ i vpeak $VO_2\max$) i prijedene udaljenosti u Bangsbo testu. Također, nisu dobili značajnu povezanost između visine vertikalnog skoka i izvedbi sprinta, međutim ustanovljena je pozitivna povezanost između najveće brzine skoka i sprinta na 20 i 30m
Castagna i sur. (2006)	24 seniora $25,6 \pm 5,1$	redosljed testiranja: (a) eksplozivnu snagu nogu - vertikalni skok i testiranje aerobne izdržljivosti na pokretnoj traci, (b) Beep testom izdržljivosti TIP 2 - kontinuirani, i (c) Beep test izdržljivosti TIP 1- s periodima odmora	testiranje u tri dana	ispitati fiziološke odrednice nogometaša testovima: Beep test izdržljivosti TIP 1 - s periodima odmora i Beep testom izdržljivosti TIP 2 - kontinuirani	Beep test izdržljivosti TIP 2 - kontinuirani može se smatrati testom aerobne izdržljivosti, dok se za Beep test izdržljivosti TIP 1 - s periodima odmora može reći da predstavlja aerobno - anaerobni nogometni specifični terenski test.

<p>Sporiš i sur. (2009)</p>	<p>270 nogometaša, 80 napadača, 80 veznih, 80 obrambenih igrača i 30 golmana</p>	<p>baterija testova koja je obuhvaćala morfološka obilježja, eksplozivna snaga tipa sprinta (5, 10 i 20m) i eksplozivne snage tipa skočnosti (skok u vis i skok u vis s pripremom), nakon čega je slijedilo testiranje na pokretnoj traci radi utvrđivanja $VO_2\max$ (mjereni su relativni primitak kisika- $mL \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$, maksimalna frekv. srca- $b \cdot min^{-1}$, maksimalna brzina trčanja- km/h i koncentracija laktata u krvi - $mmol/L$).</p>	<p>testiranje u jpredsezoni 2005 - 06 i 2006 - 07</p>	<p>pronalaženje odgovora da li se igrači različitih igračkih pozicija razlikuju u fizičkim i fiziološkim karakteristikama</p>	<p>Utvrđena je statistički značajna razlike između napadača i obrambenih igrača kod testova eksplozivna snage tipa skočnosti skok u vis i skok u vis s pripremom, a u istim testovima vratari su pokazali bolje rezultate od igrača u polju. Vezni igrači su imali statistički značajno bolje vrijednosti relativne potrošnje kisika, maksimalnog broj otkucaja srca, maksimalne brzine trčanja i koncentracije laktata u krvi od obrambenih igrača i napadača. Obrambeni igrači su imali više masnog tkiva od napadača i veznih igrača</p>
-----------------------------	--	--	---	---	---

3. CILJ I HIPOTEZE ISTRAŽIVANJA

Pregledom dosadašnjih istraživanja u nogometu, pronađeno je nekoliko istraživanja koja se bave problematikom analize efekata transformacijskih programa na funkcionalna obilježja nogometaša (J. Hoff i sur., 2002; Metaxas i sur., 2005; Chamari i sur., 2005; McMillan i sur., 2005; Pinaki i sur., 2009; Marković i sur., 2011). Autori su svojim istraživanjima došli do zaključaka kojima su napomenuli da rezultati pojedinih baterija testova značajno doprinose razvoju treninga kojim se može utjecati na funkcionalne sposobnosti nogometaša. Također, pronađen je značajan broj istraživanja koji za svoje ciljeve imaju utvrđivanje povezanosti i analizu efekata transformacijskih programa sa situacijskom efikasnošću nogometaša (Helgerud J. i sur., 2001; Castagna i sur., 2002; Mohr i sur., 2002; Bradley i sur., 2010; Jelešković i sur., 2010; Castagna i sur., 2010; Buchheit i sur., 2010), koji su utvrdili povezanost zadanih parametara sa situacijskim varijablama praćenim tijekom nogometnih utakmica. Praćeni situacijski parametri bili su ili intenziteti trčanja ili tehničko taktički elementi nogometne igre.

Međutim, iako je pronađen velik broj znanstvenih radova, istraživanja koja se bave antropometrijom, funkcionalnim sposobnostima nogometaša, analizom utakmica u smislu intenziteta savladavanja pojedinih dionica tijekom utakmice, povezanošću pojedinih testova za direktno mjerenje ili indirektnu procjenu maksimalnog primitka kisika, nije pronađeno istraživanje koje govori o procijeni i utjecaju rezultata pojedinog terenskog ili laboratorijskog testa na intenzitet trčanja nogometaša tijekom utakmice.

Predmet ovog istraživanja ogleda se u znanstvenom i praktičnom doprinosu koji će utvrditi da rezultati predloženih laboratorijskih i terenskih testova za mjerenje aerobnih i anaerobnih kapaciteta nogometaša služe za procjenu funkcionalne učinkovitosti nogometaša tijekom nogometne utakmice.

Ciljevi rada su:

- CILJ 1. Utvrditi povezanost između terenskih i laboratorijskih testova za procjenu aerobnih i anaerobnih sposobnosti i varijabli funkcionalne učinkovitosti nogometaša juniorskog uzrasta,
- CILJ 2. Temeljem rezultata laboratorijskih i terenskih testova utvrditi predikciju rezultata funkcionalne učinkovitosti.

Na temelju definiranog cilja istraživanja mogu se formulirati slijedeće **hipoteze**:

- H1: Utvrdit će se statistički značajna pozitivna povezanost laboratorijskih i terenskih testova i kriterijske varijable "Hodanje"
- H2: Utvrdit će se statistički značajna pozitivna povezanost laboratorijskih i terenskih testova i kriterijske varijable "Trčanje niskim intenzitetom"
- H3: Utvrdit će se statistički značajna pozitivna povezanost laboratorijskih i terenskih testova i kriterijske varijable "Trčanje srednjim intenzitetom"
- H4: Utvrdit će se statistički značajna pozitivna povezanost laboratorijskih i terenskih testova i kriterijske varijable "Trčanje visokim intenzitetom"
- H5: Utvrdit će se statistički značajna pozitivna povezanost laboratorijskih i terenskih testova i kriterijske varijable "Sprint"
- H6: Utvrdit će se statistički značajna pozitivna povezanost laboratorijskih i terenskih testova i kriterijske varijable "Ukupno kretanje"

Sve hipoteze su postavljene u alternativnom obliku i testirat će se uz pogrešku od 5 %.

4. METODE RADA

4.1. Uzorak ispitanika

Za potrebe ovoga istraživanja, uzorak ispitanika sastojao se od nogometaša ($N = 37$) juniorskog uzrasta (U-19) iz šest klubova Prve hrvatske nogometne lige u sezoni 2010./2011. Pripreme svih klubova započele su unutar perioda od tjedan dana. U uzorak ispitanika uvršteni su isključivo nogometaši koji su zadovoljili sljedeće kriterije:

- Odigranih svih 90 minuta pripremni utakmica (najmanje tri),
- sudjelovanje na barem 70 % treninga u prethodnoj sezoni,
- najmanje osam godina nogometnog iskustva.

4.2. Uzorak varijabli

Uzorak varijabli sačinjavalo je:

- pet varijabli različitih intenziteta trčanja nogometaša i varijable ukupne prijeđene udaljenosti,
- morfološke mjere ,
- četiri testa za procjenu aerobne izdržljivosti ispitanika,
- dva testa za procjenu anaerobne izdržljivosti ispitanika,
- tri testa za procjenu eksplozivne snage ispitanika tipa sprinta.

4.2.1. Varijable različitih intenziteta trčanja nogometaša i varijable ukupne prijeđene udaljenosti

Sustavom *3D tille sport analyzer* prikupljeni su rezultati varijabli parametara kretanja nogometaša različitim intenzitetom.

Za varijable različitih intenziteta trčanja nogometaša i varijable ukupne prijeđene udaljenosti, odabrane su one koje je predstavio Castagna i sur. (2010), jer su primjerene za dob nogometaša.

- Hodanje (H: 0,4 – 3,0 km km/h),
- Trčanje niskim intenzitetom (TNI: 3,0 - 8,0 km/h),
- Trčanje srednjim intenzitetom (TSI: 8,0 - 13,0 km/h),
- Trčanje visokim intenzitetom (TVI: 13,0 - 18,0 km/h),
- Sprint (SPR: > 18,0 km/h),

- Ukupna prijedena udaljenost (zbroy H, TNI, TSI, TVI i SPR).

4.2.2. Morfološke mjere

Morfološke karakteristike koje su mjerene u ovom istraživanju izabrane su u skladu s dosadašnjim istraživanjima, u kojima se najčešće koriste osnovni podaci kao što su visina, masa i postotak masti nogometaša (Bell i Rhodes, 1975; Bunc i Psotta, 2001; Sporiš 2007). Osim toga, morfološke karakteristike korištene u ovom istraživanju mjerene su prema uputama i propisima Međunarodnog biološkog programa (IBP - International Biological Program). Navedeni program sastoji se od 39 mjera (Mišigoj - Duraković i sur., 1995), od kojih su za potrebe ovoga istraživanja korištene sljedeće:

- Visina tijela (ALTV)

Visina tijela mjeri se antropometrom. Ispitanik stoji na ravnoj podlozi, s težinom raspoređenom jednako na obje noge. Ramena su relaksirana, pete skupljene, a glava postavljena u položaj tzv. frankfurtske horizontale, što znači da je zamišljena linija koja spaja donji rub lijeve orbite i tragus heliksa lijevog uha u vodoravnom položaju. Vodoravni krak antropometra spušta se do tjemena glave (točka vertex) tako da pranja čvrsto, ali bez pritiska.

- Masa tijela (AVTT)

Tjelesna masa mjeri se vagom s pomičnim utegom. Ispitanik stoji na vagi s minimalnom količinom odjeće.

- Postotak masti (AV % TM)

Postotak masti računa se uz pomoć generalizirane jednadžbe prema Jacksonu i Pollocku (1982), čija se jednadžba za utvrđivanje gustoće tijela temelji na sumi triju kožnih nabora mjerenih Langeovim kaliperom (nabor nadlaktice, nabor na leđima i nabor na prsima).

4.2.3. Testovi za mjerenje i procjenu aerobne izdržljivosti ispitanika

Izdržljivost je sposobnost sportaša da trenažna ili natjecateljska opterećenja određenog intenziteta izvodi što duže. U osnovi ove sposobnosti je održavanje odgovarajućeg tempa aktivnosti i odgađanje pojave umora (Milanović, 1997).

- Astrandov test

Astrandov test izvodi se na bicikl-ergometru, tako da ispitanik obavlja rad onog intenziteta pri kojem se očekuje da će nakon 5 minuta postići stabilnu frekvenciju između 120 i 170 otk/min. Ukoliko se frekvencija srca nije stabilizirala između četvrte i pete minute, mjerenje se produžuje i kroz šestu minutu. Frekvencija srca mjeri se u posljednoj četvrtini tekuće minute metodom određivanja vremena za 30 otkucaja. Konačan rezultat je procijenjeni maksimalni primitak kisika u apsolutnim vrijednostima (l/min), koji se se očita iz tablica prema završnoj frekvenciji srca i opterećenju. Taj se rezultat korigira prema dobi ispitanika i prikazuje u relativnim jedinicama te kao relativni maksimalni primitak kisika (ml/kg/min).

- Cooperov test

Izvodi se na način da sportaš tj. osoba koja izvodi test trči kontinuirano 12 minuta te se na temelju pretrčane distance pomoću formule $VO_{2max} = (pretrčana\ distanca\ u\ metrima - 504,9) / 44,73$ izračunava maksimalni primitak kisika (Sudarov, 2007).

- Spiroergometrijski test na pokretnom sagu

Testiranje je provedeno u dijagnostičkom centru Kineziološkog fakulteta u Zagrebu. Trajanje pojedinog stupnja opterećenja bilo je 30 sekundi za protokole, a povećanje brzine saga je 0,5 km/h. Ispitanik je počeo trčati pri brzini od 8 km/h. Nagib saga bio je konstantan i iznosio je 1,5 %.

Testiranje je započelo hodaњem, uz praćenje svih ventilacijskih i metaboličkih parametara. Test se izvodi do iscrpljenja ispitanika, ako nema kontraindikacija ili ograničavajućih faktora. Za utvrđivanje dostignuća stvarnih maksimalnih vrijednosti u testu koriste se različiti kriteriji, kao što su porast VO_2 dostiže stabilizaciju (porast manje od 2 ml/kg/min ili < 5 %) sa porastom opterećenja, frekvencija srca unutar je 10 otkucaja/min ili 5 % u odnosu na predviđeni maksimum za dob, RQ (respiracijski kvocijent) > 1.10 ili > 1.15, VE/VO_2 (dišni ekvivalent) > 30, koncentracija mliječne kiseline u krvi > 8 mmol/l. Za ovo istraživanje, kao utvrđivanje dostignuća stvarnih maksimalnih vrijednosti, korišten je kriterij kad porast VO_2 dostiže plateau (porast manje od 2 ml/kg/min ili < 5 %) sa porastom opterećenja.

- Beep test (SBEEP)

Beep test, odnosno test sa zvučnim signalom, koji je Leger razvio još 1982. godine, koristi se u terenskim mjerenjima za procjenu aerobne izdržljivosti sportaša. Kako je navedeni test jedan od najčešće primjenjivanih terenskih testova za procjenu izdržljivosti nogometaša, korišten je i za potrebe ovog istraživanja.

Prema Sporiš i sur. (2007), test se izvodi na nogometnom terenu u koridoru koji ima minimalne tlocrtne dimenzije 30 x 10 m. Za provedbu ovog testa potrebni su audio uređaj, dva čunja ili neka druga dva markera koji se postave na međusobnoj udaljenosti od 20 metara te obrazac za bilježenje istrčanih intervala (obrazac). Beep test sastoji se od 21 razine. Svaka razina traje 60 sekundi, pri čemu 'brzinu' (vrijeme trajanja svakog intervala) nogometaša diktira interval zvučnih signala na CD-u ili kaseti. Dakle, pri svakom od intervala, nogometaš pretrčava dionicu od 20 m zadanim tempom. Krajevi dionica označeni su čunjevima ili nekim drugom oznakom, a zadatak je da nogometaš u trenutku emitiranja zvučnog signala (bip) bude u blizini tog markera (unutar prostora od 3 m). Početna brzina nogometaša je 8,5 km/h, a brzina trčanja se povećava tako što se smanjuje interval između zvučnih signala. To se zove sljedeća razina i završava istekom jedne minute. U slučaju da nogometaš prerano dođe do oznake (prebrzo istrčavanje dionice od 20 m), treba kaskati u mjestu do oglašavanja zvučnog signala. Test završava onda kada nogometaš, unutar istog intervala, ne stiže dva puta dotrčati u zadani prostor u trenutku oglašavanja signala, što je indikator da ispitanik ne može više održavati zadani tempo trčanja.

Rezultat se mjeri u stotinkama sekunde od starta do cilja. Upisuju se vrijeme i broj dionica do koje je nogometaš istrčao. Cilj je istrčati što je moguće veći broj dionica u zadanom vremenu (unutar bip signala). Test se izvodi u svrhu procjene aerobnih kapaciteta nogometaša.

4.2.4. Testovi za procjenu anaerobne izdržljivosti ispitanika

- *The Running Based Anaerobic Sprint Test (RAST)*

Ispitanik (nogometaš) izvodi sprint od 35 metara i to šest puta, sa pauzom od 10 sekundi. Analizira se vrijeme najboljeg i vrijeme prosječnog sprinta te pad rezultata kroz dionice. Pad je posljedica umora, a što je manji pad to je sposobnost regeneracije bolja. Test traje do 1,5 minute (Zagatto i sur., 2009).

- *30-second Wingate Test (WANT)*

Test se izvodi na način da ispitanici maksimalno pedaliraju (što veći broj okretaja) na bicikl-ergometru, pri konstantnom otporu, u trajanju od 30 sekundi. Veličina otpora (kočeca sila) mora biti tolika da ispitanik ne može održavati inicijalno postignutu maksimalnu snagu (brzinu okretaja) duže od nekoliko sekundi. Učinak u testu se kvantificira prema postignutom broju okretaja, a procjenjuje se maksimalna i prosječna snaga te pad snage (Bar-or, 1987).

4.2.5. Testovi za procjenu eksplozivne snage tipa sprinta

Eksplozivna snaga tipa sprinta je definirana kao sposobnost koja omogućuje sportašu davanje maksimalnog ubrzanja vlastitom tijelu (Milanović, 1997).

Testovi koji su korišteni u ovom istraživanju odabrani su u skladu s činjenicom da u nogometu prevladavaju kratki sprintovi koji se u prosjeku ponavljaju svakih 90 sekundi i traju dvije do četiri sekunde (Mohr, Krustup i Bangsbo, 2003; Rienzi i sur., 2000; Reilly i Thomas, 1976; Sporiš 2007).

U ovom istraživanju, za procjenu eksplozivne snage tipa sprinta korištena su slijedeća tri testa:

- Sprint 5 m iz mjesta (SP5M),
- Sprint 10 m iz mjesta (SP10M),
- Sprint 30 m iz mjesta (SP30M).

Spomenuti testovi sprinta mjereni su telemetrijskim sustavom foto-stanica (RS Sport, Zagreb). Rezultati su izraženi točnošću od 1/100 sekunde. Svi sprinteri izvodili su se iz startne pozicije visokog starta, bez reakcija na zvučni ili vizualni podražaj, a početak registriranja vremena započeo je nakon što je ispitanik pomaknuo stražnju nogu sa kontaktne strunjače elektronski povezane sa softverom.

4.3. Eksperimentalni plan i način provedbe mjerenja

Testiranje za potrebe ovog rada provelo je per educiranih mjeritelja, od toga dva profesora kineziologije i tri apsolutna Kineziološkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu. Testiranje svakog kluba započeto je u osam sati i završilo je u deset sati, što znači da je ukupno, uključujući i vrijeme za odmor, trajalo dva sata.

Šest ekipa Hrvatskih prvoligaških klubova snimljeno je sustavom *3D tille sport analyzer* u jednoj pripremnoj utakmici, dakle, ukupno u tri odigrane utakmice. Za potrebe ovog rada analizirani su samo oni ispitanici koji su igrali svih 90 minuta pripremne utakmice. Testovima za procjenu eksplozivne snage tipa sprinta, ispitanici su mjereni u tjednu odigravanja pripremne utakmice. Sedam dana nakon odigrane utakmice, igrači su testirani testovima za procjenu aerobne i anaerobne izdržljivosti i to redom: Cooperovim testom, RAST testom, Astrand testom, Bleep testom, mjerenje $VO_2\text{max}$ testom i na kraju WINGATE testom. Svi testovi za procjenu aerobne i anaerobne izdržljivosti provedeni su u razmaku od 48 sati između svakog ispitivanja, a u danu ispitivanja provodio se samo jedan test.

4.4. Metode obrade podataka

Za sve varijable izračunati su centralni i disperzivni parametri: aritmetička sredina (AS), standardna devijacija (SD), minimum (MIN), maksimum (MAX) i raspon rezultata (RAS) te spljoštenost (KURT) i zakrivljenost distribucije (SKEW). Normalnost distribucije varijabli utvrđena je Kolmogorov-Smirnovljevim testom. Povezanost intenziteta trčanja s testovima dobivena je Pearson koeficijentom korelacije, dok je predikcija aerobne i anaerobne sposobnosti nogometaša utvrđena na temelju rezultata multiple regresijske analize.

5. REZULTATI ISTRAŽIVANJA

5.1. Deskriptivni parametri laboratorijskih i terenskih testova

U tablici 4. prikazani su deskriptivni parametri laboratorijskih i terenskih testova. Analizirajući rezultate, vidljivo je kako je prosječna visina nogometaša ispitanika u ovom istraživanju $177,62 \pm 27,82$ cm te je prosječna tjelesna masa ispitanika $72,83 \pm 7,70$ kg. Postotak masnog tkiva pokazuje prosječnu vrijednost od $7,23 \pm 2,70$ %.

Rezultati testova eksplozivne snage tipa sprinta (sprint na 5, 10 i 30 m) pokazuje vrlo homogene rezultate unutar skupine (standardne devijacije su veoma male; sprint na 5 m = 0,10; sprint na 10 m = 0,11; te sprint na 30 m = 0,18 standardnih devijacija). Prosječna vrijednost za sprint 5 m iznosi $1,39 \pm 0,10$ s, za sprint 10 m $2,11 \pm 0,11$ s, te za sprint 30 m $4,53 \pm 0,18$ s.

Nadalje, kao što je vidljivo iz tablice 4., rezultati testova za procjenu aerobne izdržljivosti govore o efikasnosti, odnosno učinkovitosti transportnog sustava nogometaša. VO_{2max} izmjeren Astrandovim testom iznosi $63,27 \pm 2,07$ ml/kg/min, što je znatno više od direktne metode VO_{2max} koja iznosi $58,20 \pm 2,39$ ml/kg/min. Igrači pretrče oko 2500 m na Cooperovom testu (testu 12 minuta), te dostignu $12,64 \pm 1,14$ nivo na Beep testu. Vrijednosti RAST i WANT testa iznosile su $553,96 \pm 22,52$ s i $704,14 \pm 133,47$ W.

Tablica 4. Deskriptivni parametri prediktorskih i kriterijske varijable

	Varijable	N	Aritmetička sredina	Standardna devijacija	Minimum	Maksimum	Skewness	Kurtosis
Morfološke	Tjelesna visina (TV) (cm)	37	177,62	27,82	18,5	196,3	-5,46	31,9
karakteristike	Tjelesna masa (TM)(kg)	37	72,83	7,7	56,1	91,2	0	0,49
	% PMT	37	7,23	2,7	3,2	12,6	0,6	-0,88
Testovi za procjenu eksplozivne snage tipa sprinta	Sprint na 5 metara (MESP5m) (s)	37	1,39	0,1	1,19	1,56	-0,35	-0,09
	Sprint na 10 metara (MESP10m) (s)	37	2,11	0,11	1,87	2,36	-0,28	-0,38
	Sprint na 30 metara (MESP30m) (s)	37	4,53	0,18	4,18	5	0,08	-0,04
Testovi	Astrandov test (mlO ₂ /kg/min)	37	63,25	2,07	59,1	70,4	1,01	2,61
za procjenu	VO ₂ max test (mlO ₂ /kg/min)	37	58,2	2,39	50,3	61,4	-1,89	3,93
aerobne	Beep test (nivo)	37	12,64	1,14	9,03	14,09	-0,99	1,71
izdržljivosti	Cooperov test (m)	37	2625,95	246,15	2200	2990	0,06	-1,52
Testovi	RAST test (s)	37	553,96	22,52	512,77	589,45	-0,25	-0,6
za procjenu								
anaerobne								
izdržljivosti	WANT test (W)	37	704,14	133,47	520	890	-0,12	-1,79

Tablica 5. prikazuje korelacije, odnosno povezanosti između rezultata laboratorijskih i terenskih testova u istraživanju. Crvenom bojom označene su statistički značajne korelacije između varijabli na statistički značajnoj razini od $p < 0,05$. Kao što je vidljivo iz rezultata, većina testova je statistički pozitivno ili negativno korelirana, što bi značilo da proporcionalno ili obrnuto proporcionalno utječu na određene varijable. Iz tablice 6., promatrajući korelacije između sprinta na 10 m i varijabli morfoloških karakteristika, vidimo kako je većina varijabli pozitivno korelirana s varijablom sprinta, što upućuje na to da što je veći postotak masnog tkiva, to je veći rezultat vrijednosti sprinta. Međutim, kako je sprint varijabla u kojoj niži rezultat označava bolju vrijednost, tako potkožno masno tkivo negativno utječe na sprinterske sposobnosti. Također, vidimo kako su varijable, odnosno rezultati testova za procjenu aerobne i anaerobne izdržljivosti, pozitivno korelirani na značajnoj razini ($p < 0,05$), osim korelacije između rezultata u testu VO₂max i RAST testa ($r = 0,20$, $p > 0,05$).

Tablica 5. Korelacija laboratorijskih i terenskih testova

Varijable		Morfološke karakteristike			Eksplozivna snaga			Aerobna sposobnost				Anaer. sposo.	
		TV	TM	%PMT	MESP5m	MESP10m	MESP30m	BEEP	ASTRAND	VO ₂ max	COOPER	WANT	RAST
Morfološke karakteristike	TV	1	0,27	0,26	0,18	0,15	0,29	-0,13	-0,21	-0,08	-0,33	-0,19	-0,27
	TM	0,27	1	0,75	0,14	0,33	0,28	-0,16	-0,26	0,07	-0,33	0,03	-0,16
	% PMT	0,26	0,75	1	0,22	0,36	0,42	-0,21	-0,31	0,05	-0,27	-0,14	-0,12
Eksp. snaga	MESP5m	0,18	0,14	0,22	1	0,85	0,68	-0,14	-0,34	-0,07	-0,05	-0,07	-0,11
	MESP10m	0,15	0,33	0,36	0,85	1	0,82	-0,24	-0,44	-0,06	-0,22	-0,15	-0,17
	MESP30m	0,29	0,28	0,42	0,68	0,82	1	-0,31	-0,47	0,06	-0,13	-0,35	-0,22
Aerobn. sposobnost	BEEP	-0,1	-0,2	-0,21	-0,14	-0,24	-0,31	1	0,84	0,48	0,73	0,69	0,68
	ASTRAND	-0,2	-0,3	-0,31	-0,34	-0,44	-0,47	0,84	1	0,53	0,71	0,64	0,65
	VO ₂ MAX	-0,1	0,07	0,05	-0,07	-0,06	0,06	0,48	0,53	1	0,55	0,39	0,2
	COOPER	-0,3	-0,3	-0,27	-0,05	-0,22	-0,13	0,73	0,71	0,55	1	0,5	0,58
Anaero.	WANT	-0,2	0,03	-0,14	-0,07	-0,15	-0,35	0,69	0,64	0,39	0,5	1	0,4
	RAST	-0,3	-0,2	-0,12	-0,11	-0,17	-0,22	0,68	0,65	0,2	0,58	0,4	1

5.2. Povezanost laboratorijskih i terenskih testova s varijablom "Hodanje"

Prema prvoj postavljenoj hipotezi istraživanja koja glasi **H1: "Utvrđiti će se statistički značajna pozitivna povezanost laboratorijskih i terenskih testova i kriterijske varijable Hodanja"**, analizirani su deskriptivni parametri (aritmetička sredina, standardna devijacija, minimalni rezultat, maksimalni rezultat, skewness i kurtosis) svih laboratorijskih i terenskih testova te kriterijske varijable "Hodanje". Nakon prvih analiza, korišten je Pearsonov koeficijent korelacije (r), radi utvrđivanja povezanosti između rezultata laboratorijskih i terenskih testova međusobno te rezultata laboratorijskih i terenskih testova prema kriterijskoj varijabli "Hodanja". Razina utjecaja rezultata prediktorskih varijabli (morfološke karakteristike, testovi za procjenu aerobne i anaerobne izdržljivosti, te eksplozivna snaga tipa sprinta) na kriterij "Hodanja" utvrđen je multiplom regresijskom analizom. Statistička značajnost p definirana je na $p < 0,05$.

U tablici 6. prikazani su deskriptivni parametri kriterijske varijable "Hodanja".

Tablica 6. Deskriptivni parametri kriterijske varijable

Varijable	N	Aritmetička sredina	Standardna devijacija	Minimum	Maksimum	Skewness	Kurtosis
Prosjeck hodanja (0,4-3,0 km/h) (m)	37	5535,41	225,78	5120	5850	0,06	-1,5

Tablica 7. prikazuje korelacije između laboratorijskih i terenskih testova s kriterijskom varijablom "Hodanja".

Tablica 7. Korelacija rezultata testova za procjenu eksplozivne snage tipa sprinta, aerobne i anaerobne izdržljivosti, te morfoloških karakteristika s kriterijskom varijablom "Hodanje"

	Variable	"Hodanje"
Morfološke karakteristike	Tjelesna visina	-0,05
	Tjelesna masa	-0,26
	% PMT	-0,25
Testovi za procjenu eksplozivne snage tipa sprinta	Sprint 5 m	-0,21
	Sprint 10 m	-0,36
	Sprint 30 m	-0,34
Testovi za procjenu aerobne izdržljivosti	Beep test	0,88
	Astrand test	0,85
	VO₂max test	0,49
	Cooper test	0,77
Testovi za procjenu anaerobne izdržljivosti	WANT test	0,60
	RAST test	0,75

p < 0,05

Rezultati iz tablice 7. prikazuju umjereno negativnu povezanost između mjera morfoloških karakteristika i varijable "Hodanje". Međutim, niti jedna od varijabli morfoloških karakteristika nije značajno povezana s kriterijskom varijablom "Hodanje".

Gledajući povezanost rezultata testova za procjenu eksplozivne snage tipa sprinta i varijable "Hodanje", možemo utvrditi da postoje negativne umjerene korelacije među njima, ali značajne samo u testovima sprinta na 10 m ($r = -0,36$, $p < 0,05$) i sprinta na 30 m ($r = -0,34$, $p < 0,05$). Ti rezultati su vjerodostojni, jer upućuju na činjenicu kako sprint podrazumijeva kretanje brzinom većom od 18 km/h (u provedenom istraživanju), a hodanje podrazumijeva brzinu 0,4 - 3,0 km/h, što stavlja ove dvije vrijednosti u kontradiktoran položaj (ne možemo sprintati ako hodamo i obrnuto).

Rezultati testova za procjenu aerobne izdržljivosti pokazuju veoma visoke značajne pozitivne korelacije s varijablom "Hodanje", odnosno aerobna sposobnost nogometaša najviše utječe na kriterijsku varijablu "Hodanje". Najveću značajnu pozitivnu korelaciju ima varijabla Beep test ($r = 0,88$, $p < 0,05$), Astrandov test ($r = 0,85$, $p < 0,05$), zatim Cooperov test ($r = 0,77$, $p < 0,05$) te najmanju umjereno-visoku korelaciju ima VO₂max test ($r = 0,49$, $p < 0,05$).

Također, slične vrijednosti pokazuju rezultati testova za procjenu anaerobne izdržljivosti, korelirane s varijablom "Hodanje", gdje postoji pozitivna povezanost između varijabli i to WANT test ($r = 0,60$, $p < 0,05$) te RAST test koji ima izraženiju povezanost ($r = 0,75$, $p < 0,05$).

Rezultati utjecaja prediktorskih varijabli (morfoloških karakteristika, testova eksplozivne snage tipa sprinta te testova za procjenu aerobne i anaerobne izdržljivosti kao zasebne kategorije) na kriterijsku varijablu "Hodanje" prikazani su u tablici 8.

Promatrajući testove za procjenu eksplozivne snage tipa sprinta, vidljivo je da eksplozivna snaga tipa sprinta nije značajno povezana s kriterijskom varijablom "Hodanje" uz $p > 0,05$. Testovi sprinta na 5 m, 10 m i 30 m za procjenu eksplozivne snage tipa sprinta objašnjavaju oko 17 % (R^2) varijance uključene u kriterijsku varijablu "Hodanje". Međutim, proučavajući vrijednosti aerobnih i anaerobnih testova, uviđa se da rezultat Astrand testa (β koeficijent = 0,31, $p = 0,04$) te Beep test (β koeficijent = 0,48, $p = 0,00$), kao predstavnik testova za procjenu aerobne izdržljivosti značajno pozitivno utječe na kriterijsku varijablu. Također, najveći postotak varijance u kriterijskoj varijabli od 83 % (R^2) može se objasniti uz pomoć testova za procjenu aerobnih sposobnosti, odnosno aerobna sposobnost može objasniti 83 % (R^2) kriterij "Hodanje". Isto tako, rezultati RAST testa (β koeficijent = 0,61, $p = 0,00$) i WANT testa (β koeficijent = 0,36, $p = 0,00$), predstavnika testova za procjenu anaerobne izdržljivosti, sugeriraju da anaerobna izdržljivost ima visok utjecaj na kriterijsku varijablu "Hodanje" te se 67 % (R^2) varijance koje se nalazi u kriterijskoj varijabli može objasniti uz pomoć testova za procjenu anaerobnih sposobnosti.

Tablica 8. Utjecaj prediktorskih na zavisnu (kriterijsku) varijablu "Hodanje"

	Varijable	β	Standardna pogreška β	b	Standardna pogreška b	t	p	R	R^2
Testovi za procjenu eksplozivne snage tipa sprinta	Sprint na 5 metara	0,36	0,30	845,31	705,53	1,20	0,24	0,41	0,17
	Sprint na 10 metara	-0,59	0,39	1188,11	785,63	-1,51	0,14		
	Sprint na 30 metara	-0,10	0,28	-125,55	344,44	-0,36	0,72		
Testovi za procjenu aerobne izdržljivosti	Astrandov test	0,31	0,14	33,41	15,26	2,19	0,04	0,91	0,83
	VO ₂ max test	-0,01	0,09	-1,39	8,35	-0,17	0,87		
	Beep test	0,48	0,14	94,89	28,07	3,38	0,00		
	Cooperov test	0,21	0,11	0,19	0,10	1,82	0,08		
Testovi za procjenu anaerobne izdržljivosti	WANT test	0,36	0,11	3,57	1,07	3,33	0,00	0,82	0,67
	RAST test	0,61	0,11	1,03	0,18	5,70	0,00		

$p < 0,05$

5.3. Povezanost laboratorijskih i terenskih testova s varijablom "Trčanje niskim intenzitetom"

Prema drugoj postavljenoj hipotezi istraživanja, koja glasi **H2: "Utvrđit će se statistički značajna pozitivna povezanost laboratorijskih i terenskih testova i kriterijske varijable "Trčanje niskim intenzitetom"**, analizirani su deskriptivni parametri svih laboratorijskih i terenskih testova te kriterijske varijable "Trčanje niskim intenzitetom".

Tablica 9. Deskriptivni parametri kriterijske varijable "Trčanje niskim intenzitetom"

Varijable	N	Aritmetička sredina	Standardna devijacija	Minimum	Maksimum	Skewness	Kurtosis
Prosjeak trčanja niskim intenzitetom (3,0-8,0 km/h) (m)	37	1602,70	328,34	1100,00	2200,00	0,12	-1,57

U tablici 9. prikazani su deskriptivni parametri kriterijske varijable "Trčanje niskim intenzitetom". Prosječna vrijednost pređene udaljenosti trčanja niskim intenzitetom (3,00 - 8,00 km/h) iznosi $1602,70 \pm 328,34$ m, što je četiri puta manje od udaljenosti prijeđene hodanjem.

Tablica 10. prikazuje korelacije, odnosno povezanost prediktorskih varijabli (morfoloških karakteristika, testova za procjenu eksplozivne snage tipa sprinta, te testova za procjenu aerobne i anaerobne izdržljivosti) s kriterijskom varijablom "Trčanje niskim intenzitetom".

Tablica 10. Korelacije testova pojedinih skupova varijabli s kriterijskom varijablom "Trčanje niskim intenzitetom"

	Variable	"Trčanje niskim intenzitetom"
Morfološke karakteristike	Tjelesna visina	- 0,17
	Tjelesna masa	-0,25
	% PMT	-0,24
Testovi za procjenu eksplozivne snage tipa sprinta	Sprint 5 m	-0,19
	Sprint 10 m	-0,34
	Sprint 30 m	-0,34
Testovi za procjenu aerobne izdržljivosti	Beep test	0,87
	Astrand test	0,86
	VO ₂ max test	0,36
	Cooper test	0,77
Testovi za procjenu anaerobne izdržljivosti	WANT test	0,57
	RAST test	0,85

$p < 0,05$

Na temelju rezultata prezentiranih u tablici 10., morfološke varijable nisu značajno povezane s kriterijskom varijablom "Trčanje niskim intenzitetom" i negativnog su predznaka. Negativan predznak označava obrnutu proporcionalnost vrijednosti u varijablama, odnosno povećanje vrijednosti jedne varijable uzrokuje smanjenje vrijednosti druge varijable i obrnuto, što znači da potkožno masno tkivo ograničava trčanje niskim intenzitetom.

Nadalje, promatrajući povezanost rezultata testova za procjenu eksplozivne snage tipa sprinta, vidimo da je jedino rezultati sprinta na 10 m i sprinta na 30 m ($r = -0,34$, $p < 0,05$) statistički negativno umjereno značajno utječu na varijablu "Trčanje niskim intenzitetom". Kao i u analizi povezanosti sprinta s varijablom "Hodanje", u ovom slučaju tak također možemo uvidjeti da je je sprint oprečna kretna struktura od trčanja laganim intenzitetom.

Uvidom u testove za procjenu aerobnih sposobnosti, vidljivo je da su rezultati svih testova značajno povezani s trčanjem niskim intenzitetom na statistički značajnoj razini ($p < 0,05$). Najveću pozitivnu korelaciju imaju rezultati Beep testa ($r = 0,87$, $p < 0,05$) te Astrand testa ($r = 0,86$, $p < 0,05$), a slijede ih rezultati Cooper testa ($r = 0,77$, $p < 0,05$) i rezultati testa VO₂max ($r = 0,36$, $p < 0,05$), koji je umjereno povezan s trčanjem niskim intenzitetom. Rezultati RAST i WANT testova, također pokazuju visoku značajnu korelaciju s varijablom "Trčanje niskim intenzitetom". Korelacije rezultata RAST testa su više ($r = 0,85$, $p < 0,05$) od WANT testa ($r = 0,57$, $p < 0,05$), no oba testa statistički su značajno povezana s kriterijem.

Rezultati u tablici 11. prikazuju utjecaj pojedinačnih skupova varijabli na kriterijsku varijablu "Trčanje niskim intenzitetom", odnosno dobiven je odgovor na pitanje uolikoj mjeri

sposobnosti mjerene skupinom testova statistički značajno utječu na kriterijsku varijablu. Rezultati u tablici 11. prikazuju da se se pomoću testova 5 m, 10 m i 30 m, koji procjenjuju eksplozivnu snagu tipa sprinta, ne može objasniti kriterijska varijabla, odnosno kada gledamo sva tri testa ukomponirana u jedan prostor eksplozivne snage tipa sprinta, vidimo da je samo 16 % (R^2) varijance u kriteriju objašnjeno pomoću te sposobnosti.

Rezultati svih testova za procjenu aerobnih i anaerobnih sposobnosti pokazali su da aerobna i anaerobna sposobnost ima pozitivan i značajan utjecaj na kriterijsku varijablu "Trčanje niskim intenzitetom", osim rezultata varijable VO_{2max} . U tom prostoru, VO_{2max} , koju procjenjuje Astrand test, pokazala je najveći utjecaj (β koeficijent = 0,44, $p < 0,05$) te ga slijede rezultati procjene VO_{2max} Beep testa (β koeficijent = 0,38, $p < 0,01$) i Cooperovog testa (β koeficijent = 0,31, $p < 0,01$). Jedino je rezultat mjerenja aerobnih sposobnosti VO_{2max} direktnom metodom pokazao negativan utjecaj na kriterijsku varijablu (β koeficijent = -0,22, $p < 0,01$). Čak 86 % (R^2) varijance u kriterijskom prostoru objašnjeno je aerobnim sposobnostima, što čini jako visoki utjecaj prediktora na kriterij.

Anaerobna sposobnost također ima pozitivan i visok utjecaj na kriterijsku varijablu. Rezultat RAST testa pokazao je da anaerobna sposobnost ima visok utjecaj na kriterijsku varijablu (β koeficijent = 0,74 $p < 0,00$), dok anaerobna sposobnost procjenjena WANT testom ima nešto niži, ali ipak značajan utjecaj (β koeficijent = 0,28 $p < 0,00$) na kriterijsku varijablu. Uvidom u zadnji stupac u tablici 11., R^2 pokazuje veoma visok postotak (78 %) objašnjene varijance anaerobnom sposobnostima u kriterijskom prostoru trčanja niskim intenzitetom.

Tablica 11. Utjecaj prediktorskih na zavisnu (kriterijsku) varijablu "Trčanja niskim intenzitetom"

	Varijable	β	Standardna pogreška β	b	Standardna pogreška b	t	p	R	R ²
Testovi za procjenu eksplozivne snage tipa sprinta	Sprint na 5 metara	0,37	0,30	1258,63	1029,98	1,22	0,23	0,41	0,16
	Sprint na 10 metara	-0,52	0,39	-1541,05	1146,92	-1,34	0,19		
	Sprint na 30 metara	-0,16	0,28	-293,14	502,84	-0,58	0,56		
Testovi za procjenu aerobne izdržljivosti	Astrandov test	0,44	0,13	70,10	20,29	3,46	0,00	0,93	0,86
	VO ₂ max test	-0,22	0,08	-30,79	11,09	-2,78	0,01		
	Beep test	0,38	0,13	108,59	37,31	2,91	0,01		
	Cooperov test	0,31	0,10	0,41	0,14	2,94	0,01		
Testovi za procjenu anaerobne izdržljivosti	WANT test	0,28	0,09	4,03	1,28	3,20	0,00	0,88	0,78
	RAST test	0,74	0,09	1,81	0,22	8,40	0,00		

p < 0,05

5.4. Povezanost laboratorijskih i terenskih testova s varijablom "Trčanje srednjim intenzitetom"

Prema trećoj postavljenoj hipotezi istraživanja, koja glasi **H3: "Utvrđit će se statistički značajna pozitivna povezanost laboratorijskih i terenskih testova i kriterijske varijable "Trčanje srednjim intenzitetom"**, analizirani su deskriptivni parametri svih laboratorijskih i terenskih testova te kriterijske varijable "Trčanje srednjim intenzitetom".

Tablica 12. Deskriptivni parametri kriterijske varijable "Trčanje srednjim intenzitetom"

Varijable	N	Aritmetička sredina	Standardna devijacija	Minimum	Maksimum	Skewness	Kurtosis
Prosjeak trčanja srednjim intenzitetom (8,0-13,0 km/h) (m)	37	1726,43	333,85	1200,00	2300,00	-0,19	-1,31

Tablica 12. prikazuje deskriptivne parametre kriterijske varijable "Trčanje srednjim intenzitetom". Iz tablice je vidljivo da prosječna vrijednost prijeđene udaljenosti trčanjem srednjim intenzitetom iznosi 1726,43 ± 333,85 m. Također, vidljivo je da postoji veliki raspon rezultata između najviše i najmanje prijeđenih kilometara (1200 nasuprot 2300 metara), što znači određenu heterogenost među ispitanicima, ponajviše zbog različitih igračkih pozicija na terenu.

U tablici 13. prikazane su korelacije setova testova s kriterijskom varijablom "Trčanje srednjim intenzitetom".

Tablica 13. Korelacija prediktorskih varijabli (morfološke karakteristike, testovi za procjenu eksplozivne snage tipa sprinta, te testovi za procjenu aerobnih i anaerobnih sposobnosti) s kriterijskom varijablom "Trčanje srednjim intenzitetom"

	Variable	"Trčanje srednjim intenzitetom"
Morfološke karakteristike	Tjelesna visina	-0,19
	Tjelesna masa	-0,14
	% PMT	-0,08
Testovi za procjenu eksplozivne snage tipa sprinta	Sprint 5 m	-0,23
	Sprint 10 m	-0,35
	Sprint 30 m	-0,28
Testovi za procjenu aerobne izdržljivosti	Beep test	0,84
	Astrand test	0,78
	VO ₂ max test	0,36
	Cooper test	0,73
Testovi za procjenu anaerobne izdržljivosti	WANT test	0,50
	RAST test	0,86

$p < 0,05$

Na temelju rezultata vidljivo je da značajnu povezanost s kriterijem "Trčanje srednjim intenzitetom" ima rezultat varijable "Sprint 10 m" ($r = -0,35$, $p < 0,05$). Ta povezanost je umjereno jaka i u negativnom smjeru, što je i u skladu s rezultatima, iz razloga što je za trčanje tipa sprinta potrebna brzina < 18 km/h, dok kod srednjeg intenziteta trčanja ta se brzina kreće između osam i trinaest km/h.

Izmjereni rezultati testova za procjenu aerobne i anaerobne sposobnosti imaju značajnu korelaciju s kriterijskom varijablom. Najveću povezanost sa testovima za procjenu aerobnih sposobnosti ima rezultat Beep testa ($r = 0,84$, $p < 0,05$), a slijede rezultati Astrand testa ($r = 0,78$, $p < 0,05$) i Cooper testa ($r = 0,73$, $p < 0,05$). Najslabiju, ali svejedno statističku povezanost ima rezultat VO₂max testa ($r = 0,36$, $p < 0,05$).

Rezultati testova za procjenu anaerobnih sposobnosti također su visoko korelirani s kriterijem, odnosno rezultat RAST testa ima vrlo visoku korelaciju ($r = 0,86$ $p < 0,05$), dok rezultat WANT testa ima značajnu, ali ipak slabiju korelaciju od RAST testa ($r = 0,50$, $p < 0,05$). U tablici 14. nalaze se rezultati utjecaja svih varijabli na kriterijsku varijablu "Trčanje srednjim intenzitetom", uz pogrešku $p < 0,05$.

Tablica 14. Utjecaj prediktorskih na zavisnu (kriterijsku) varijablu "Trčanje srednjim intenzitetom"

	Varijable	β	Standardna pogreška β	b	Standardna pogreška b	t	p	R	R ²
Testovi za procjenu eksplozivne snage tipa sprinta	Sprint na 5 metara	0,22	0,31	757,41	1067,17	0,71	0,48	0,36	0,13
	Sprint na 10 metara	-0,57	0,40	-1696,51	1188,33	-1,43	0,16		
	Sprint na 30 metara	0,04	0,28	74,25	521,00	0,14	0,89		
Testovi za procjenu aerobne izdržljivosti	Astrandov test	0,23	0,17	36,84	27,36	1,35	0,19	0,87	0,76
	VO ₂ max	-0,17	0,11	-23,16	14,96	-1,55	0,13		
	Beep test	0,52	0,17	152,67	50,32	3,03	0,00		
	Cooperov test	0,28	0,14	0,38	0,19	2,00	0,05		
Testovi za procjenu anaerobne izdržljivosti	WANT test	0,19	0,09	2,84	1,32	2,15	0,04	0,88	0,77
	RAST test	0,78	0,09	1,96	0,22	8,79	0,00		

p < 0,05

Na temelju prikazanih rezultata u tablici 14., vidljivo je da rezultati testova za procjenu eksplozivne snage tipa sprinta, odnosno eksplozivna snaga tipa sprinta dobivena procjenom testovima 5 m, 10 m i 30 m, ne utječe statistički značajno na kriterijsku varijablu, te se u kriterijskoj varijabli samo 13 % varijance može objasniti tom sposobnošću.

Međutim, gledajući rezultate testova za procjenu aerobne sposobnosti, vidljivo je da VO₂max koju procjenjuje Beep test, statistički značajno utječe na kriterij "Trčanje srednjim intenzitetom" i to β koeficijent = 0,52, p < 0,05, dok aerobna sposobnost dobivena procjenom rezultata ostalih testova statistički značajno ne utječe na spomenuti kriterij. Nadalje, gledajući kriterijsku varijablu moguće je konstatirati da se se 76 % varijance u kriteriju objašnjava aerobnom sposobnošću, odnosno prediktorskim varijablama, što predstavlja vrlo visoki postotak utjecaja.

Anaerobna izdržljivost koja se procjenjuje RAST testom, prilično utječe na kriterij (β koeficijent = 0,78, p < 0,05), dok je četiri puta manje procijenjena WANT testom, ali je još uvijek statistički značajna (β koeficijent = 0,19, p < 0,05).

5.5. Povezanost laboratorijskih i terenskih testova s varijablom

"Trčanje visokog intenziteta"

Prema četvrtoj postavljenoj hipotezi istraživanja, koja glasi **H4: "Utvrđit će se statistički značajna pozitivna povezanost laboratorijskih i terenskih testova i kriterijske**

varijable "Trčanje visokim intenzitetom", analizirani su deskriptivni parametri svih laboratorijskih i terenskih testova te kriterijske varijable "Trčanje visokim intenzitetom".

Tablica 15. Deskriptivni parametri kriterijske varijable "Trčanje visokim intenzitetom"

Varijable	N	Aritmetička sredina	Standardna devijacija	Minimum	Maksimum	Skewness	Kurtosis
Prosjeak trčanja visokim intenzitetom (13,0-18,0 km/h) (m)	37	683,51	134,52	500,00	890,00	0,12	-1,78

U tablici 15. prikazani su deskriptivni parametri prosjeka trčanja visokim intenzitetom kod igrača. Prosječna vrijednost varijable pokazuje da igrači trče $683,51 \pm 134,52$ m tijekom nogometne utakmice (ovisno o igračkim pozicijama i utreniranosti sportaša).

U tablici 16. prikazane su korelacije testova s kriterijskom varijablom "Trčanje visokim intenzitetom" te korelacije prediktorskih i kriterijske varijable "Trčanje visokim intenzitetom".

Tablica 16. Korelacija prediktorskih varijabli (morfološke karakteristike, testovi za procjenu eksplozivne snage tipa sprinta, te testovi za procjenu aerobnih i anaerobnih sposobnosti) s kriterijskom varijablom "Trčanje visokim intenzitetom"

	Varijable	"Trčanje visokim intenzitetom"
Morfološke karakteristike	Tjelesna visina	-0,28
	Tjelesna masa	-0,22
	% PMT	-0,2
Testovi za procjenu eksplozivne snage tipa sprinta	Sprint 5 m	-0,09
	Sprint 10 m	-0,19
	Sprint 30 m	-0,24
Testovi za procjenu aerobne izdržljivosti	Beep test	0,71
	Astrand test	0,71
	VO ₂ max test	0,2
	Cooper test	0,64
Testovi za procjenu anaerobne izdržljivosti	WANT test	0,41
	RAST test	0,92

$p < 0,05$

Kada je riječ o testovima za procjenu aerobne izdržljivosti, uočljivo je da rezultati VO₂max procijenjeni Beep i Astrand testom pozitivno visoko koreliraju s kriterijem ($r = 0,71$, $p < 0,05$ u oba testa), ali i rezultati VO₂max procijenjeni Cooper testom ($r = 0,64$, $p < 0,05$), što bi značilo da imaju veliki utjecaj na kriterijsku varijablu, što će kasnije pokazati i multipla-regresijska analiza.

Rezultati testova za procjenu anaerobnih sposobnosti također pozitivno značajno koreliraju s kriterijskom varijablom "Trčanje visokim intenzitetom", najviše rezultati RAST ($r = 0,91$, $p < 0,05$) i WANT testa ($r = 0,41$, $p < 0,05$). Rezultati WANT testa umjereno, ali ipak značajno utječu na kriterij.

Tablica 17. prikazuje utjecaje rezultata prediktorskih varijabli na zavisnu varijablu "Trčanje visokim intenzitetom", odnosno nastojanje utvrđivanja koliko se varijance u kriterijskoj varijabli mogu objasniti kroz prediktore.

Tablica 17. Utjecaj prediktorskih na zavisnu (kriterijsku) varijablu "Trčanje visokim intenzitetom"

	Varijable	β	Standardna pogreška β	b	Standardna pogreška b	t	p	R	R ²
Testovi za procjenu eksplozivne snage tipa sprinta	Sprint na 5 metara	0,24	0,32	338,78	445,06	0,76	0,45	0,27	0,07
	Sprint na 10 metara	-0,20	0,41	-237,66	495,59	-0,48	0,63		
	Sprint na 30 metara	-0,24	0,29	-176,31	217,28	-0,81	0,42		
Testovi za procjenu aerobne izdržljivosti	Astrandov test	0,40	0,21	26,19	13,46	1,95	0,06	0,80	0,64
	VO ₂ max test	-0,33	0,13	-18,64	7,36	-2,53	0,02		
	Beep test	0,30	0,21	35,48	24,76	1,43	0,16		
	Cooperov test	0,32	0,17	0,17	0,09	1,89	0,07		
Testovi za procjenu anaerobne izdržljivosti	WANT test	0,05	0,07	0,32	0,43	0,74	0,46	0,92	0,85
	RAST test	0,90	0,07	0,91	0,07	12,66	0,00		

$p < 0,05$

Gledajući tablicu 17., uočava se da eksplozivna snaga tipa sprinta procijenjena testovnim 5 m, 10 m i 30 m ne utječe statistički značajno na kriterijsku varijablu "Trčanje visokim intenzitetom". Navedena činjenica može se još snažnije potvrditi postotkom varijance u kriterijskoj varijabli, koja je u konkretnom slučaju 7 % (R^2), što predstavlja veoma slab utjecaj eksplozivne snage tipa sprinta na trčanje visokim intenzitetom.

Aerobni kapacitet dobiven testovima za procjenu aerobnog kapaciteta ne utječu značajno na varijablu "Trčanje visokim intenzitetom", osim negativno umjereno značajnog aerobnog kapaciteta VO₂max (β koeficijent = -0,33, $p = 0,02$). Najveći utjecaj na kriterijsku varijablu, od testova za procjenu anaerobne izdržljivosti, ima rezultat u RAST testu (β koeficijent = 0,90, $p = 0,00$). Također, 85 % varijance u varijabli "Trčanje visokim intenzitetom" moguće je objasniti uz pomoć anaerobnih sposobnosti dobivenih testovima prediktorskih varijabli za procjenu anaerobne izdržljivosti (R^2), što također predstavlja veoma visok postotak utjecaja prediktora na kriterij.

5.6. Povezanost laboratorijskih i terenskih testova sa varijablom "Sprint"

Prema petoj postavljenoj hipotezi istraživanja, koja glasi **H5: "Utvrdit će se statistički značajna pozitivna povezanost laboratorijskih i terenskih testova i kriterijske varijable "Sprint"**, analizirani su deskriptivni parametri svih laboratorijskih i terenskih testova, e kriterijske varijable "Sprint".

Tablica 18. prikazuje deskriptivne parametre kriterijske varijable "Sprint". Iz rezultata se uočava da je prosječna prijeđena dužina u kategoriji sprinta bila $402,97 \pm 170,85$ m. Također, može se uvidjeti da postoji velik raspon između rezultata (min. = 200 m, nasuprot maks. = 700 m).

Tablica 18. Deskriptivni parametri kriterijske varijable "Sprint"

Varijable	N	Aritmetička sredina	Standardna devijacija	Minimum	Maksimum	Skewness	Kurtosis
Prosjek sprintanja (> 18,0 km/h) (m)	37	402,97	170,85	200,00	700,00	0,10	-1,62

Tablica 19. prikazuje vrijednosti korelacija rezultata prediktorskih varijabli (testovima za procjenu eksplozivne snage tipa sprinta te testovima za procjenu aerobne i anaerobne izdržljivosti) u odnosu na zadani kriterij sprinterskih sposobnosti. Na temelju dobivenih rezultata i rezultata multiple-regresijske analize, može se prihvatiti ili odbaciti zadana hipoteza istraživanja.

Tablica 19. Korelacija prediktorskih varijabli (morfološke karakteristike, testovi za procjenu eksplozivne snage tipa sprinta te testovi za procjenu aerobnih i anaerobnih sposobnosti) s kriterijskom varijablom "Sprint"

	Varijable	"Sprintanje"
morfološke karakteristike	Tjelesna visina	-0,29
	Tjelesna masa	-0,22
	% PMT	-0,21
Testovi za procjenu eksplozivne snage tipa sprinta	Sprint 5 m	-0,01
	Sprint 10 m	-0,12

	Sprint 30 m	-0,19
Testovi za procjenu aerobne izdržljivosti	Beep test	0,63
	Astrand test	0,58
	VO₂max test	0,19
	Cooper test	0,60
Testovi za procjenu anaerobne izdržljivosti	WANT test	0,32
	RAST test	0,82

$p < 0,05$

Na temelju matrice korelacije u tablici 19., vidljivo je da postoje negativne korelacije varijabli morfoloških karakteristika, što upućuje na obrnutu proporcionalnost rezultata varijabli u odnosu na kriterij.

Rezultati testova za procjenu eksplozivne snage tipa sprinta nisu pokazali pozitivne učinke, odnosno značajne pozitivne korelacije u odnosu na kriterijsku varijablu. Svi rezultati testova negativnog su predznaka.

Gledajući rezultate testova za procjenu aerobnih sposobnosti, uviđaju se pozitivne i visoke korelacije VO₂max procijenjene Beep testom, s najvećom korelacijom ($r = 0,63$, $p < 0,05$) te Cooper testom ($r = 0,60$; $p < 0,05$) i na kraju Astrand testom ($r = 0,58$ $p < 0,05$). VO₂max rezultat testa direktnom metodom, također je pokazao pozitivnu, no malu i neznačajnu korelaciju s kriterijskom varijablom.

Rezultati testova za procjenu anaerobne izdržljivosti, također su pokazali pozitivne korelacije s kriterijskom varijablom. Rezultat RAST testa pokazao je značajnu pozitivnu i vrlo visoku korelaciju s kriterijskom varijablom ($r = 0,82$, $p < 0,05$), dok rezultat WANT testa nije pokazao statistički značajnu korelaciju ($p > 0,05$).

Tablica 20. prikazuje rezultate multiple-regresijske analize, odnosno utjecaje prediktorskih varijabli na zadani kriterij (sprint). Analizirajući rezultate u tablici 20., moguće je uočiti da rezultat niti jednog testa za procjenu eksplozivne snage tipa sprinta nema značajan utjecaj na kriterijsku varijablu te je postotak varijance u zavisnoj varijabli samo šest posto utjecaja eksplozivne snage tipa sprinta dobivene testovima sprinta na 5 m, 10 m i 30 m.

Testovi za procjenu aerobnih sposobnosti, odnosno aerobna sposobnost pokazala je pozitivan, no ipak neznačajan utjecaj na kriterijsku varijablu "Sprint", osim varijable VO₂max, koja je pokazala negativan neznačajan utjecaj. Međutim, 49 % (R^2) u zavisnoj varijabli možemo objasniti nezavisnim varijablama.

Promatrajući rezultate testova za procjenu anaerobnih sposobnosti, vidljivo je da anaerobna sposobnost procijenjena RAST testom pozitivno i značajno utječe na zavisnu varijablu "Sprint" (β koeficijent = 0,83, $p = 0,00$). Čak 68 % varijance u kriterijskoj (zavisnoj)

varijabli "Sprint" moguće je objasniti pomoću anaerobnih sposobnosti procijenjenih WANT i RAST testom, što predstavlja jako visok postotak objašnjene varijance.

Tablica 20. Utjecaj prediktora na kriterijsku varijablu "Sprint"

	Varijable	β	Standardna pogreška β	b	Standardna pogreška b	t	p	R	R ²
Morfološke karakteristike	Tjelesna visina	-0,12	0,16	-0,73	0,96	-0,77	0,45	0,74	0,56
	Tjelesna masa	0,14	0,30	3,01	6,57	0,46	0,65		
	% PMT	-6,12	3,09	-387,69	195,86	-1,98	0,06		
Testovi za procjenu eksplozivne snage tipa sprinta	Sprint na 5 metara	0,29	0,32	513,73	568,24	0,90	0,37	0,25	0,06
	Sprint na 10 metara	-0,15	0,41	-228,36	632,76	-0,36	0,72		
	Sprint na 30 metara	-0,26	0,30	-244,87	277,42	-0,88	0,38		
Testovi za procjenu aerobne izdržljivosti	Astrandov test	0,19	0,25	15,41	20,36	0,76	0,45	0,70	0,49
	VO ₂ max test	-0,26	0,16	-18,85	11,14	-1,69	0,10		
	Beep test	0,32	0,25	47,92	37,45	1,28	0,21		
	Cooperov test	0,38	0,20	0,26	0,14	1,88	0,07		
Testovi za procjenu anaerobne izdržljivosti	WANT test	-0,01	0,11	-0,10	0,80	-0,13	0,90	0,82	0,68
	RAST test	0,83	0,11	1,06	0,14	7,81	0,00		

p < 0,05

5.7. Povezanost laboratorijskih i terenskih testova s varijablom "Ukupno kretanje"

Prema šestoj postavljenoj hipotezi istraživanja, koja glasi **H6: "Utvrđit će se statistički značajna pozitivna povezanost laboratorijskih i terenskih testova i kriterijske varijable "Ukupno kretanje"**, analizirani su deskriptivni parametri svih laboratorijskih i terenskih testov te kriterijske varijable "Ukupnog kretanje".

Tablica 21. prikazuje deskriptivne parametre ukupnog kretanja igrača na terenu, odnosno zbroj svih prije objašnjenih kretanja. Iz tablice je vidljivo da je prosječna vrijednost

ukupnog kretanja igrača $9951,03 \pm 1132,63$ m, s velikim rasponom rezultata (min. = 8360 m nasuprot max. = 11 710 m).

Tablica 21. Deskriptivni parametri kriterijske varijable "Ukupno kretanje"

Variable	N	Aritmetička sredina	Standardna devijacija	Minimum	Maksimum	Skewness	Kurtosis
Ukupno kretanje (m)	37	9951,03	1132,63	8360,00	11710,00	0,01	-1,71

Tablica 22. prikazuje korelacije prediktorskih varijabli s kriterijskom varijablom "Ukupno kretanje" tijekom nogometne utakmice.

Tablica 22. Korelacija prediktorskih varijabli (morfološke karakteristike, testovi za procjenu eksplozivne snage tipa sprinta te testovi za procjenu aerobnih i anaerobnih sposobnosti) s kriterijskom varijablom „Ukupno kretanje“

	Variable	"Ukupno kretanje"
Morfološke karakteristike	Tjelesna visina	-0,19
	Tjelesna masa	-0,22
	% PMT	-0,20
Testovi za procjenu eksplozivne snage tipa sprinta	Sprint 5 m	-0,18
	Sprint 10 m	-0,31
	Sprint 30 m	-0,30
Testovi za procjenu aerobne izdržljivosti	Beep test	0,85
	Astrand test	0,82
	VO₂max test	0,36
	Cooper test	0,76
Testovi za procjenu anaerobne izdržljivosti	WANT test	0,53
	RAST test	0,88

$p < 0,05$

Dobiveni rezultati pokazuju da su sve varijable morfoloških karakteristika negativno korelirane s kriterijskom varijablom te nisu značajne ($p > 0,05$), odnosno nisu povezane s kriterijskom varijablom.

Promatrajući rezultate varijable "Ukupno kretanje", uočljivo je da su sve varijable negativnog predznaka, ali neznačajne ($p > 0,05$), što znači da zanemarivo koreliraju s kriterijskom varijablom ukupnog kretanja.

Svi rezultati testova za procjenu aerobnih sposobnosti pozitivno i značajno koreliraju s kriterijskom varijablom "Ukupno kretanje" i to redom: rezultat VO₂max procijenjen Beep testom ($r = 0,85$, $p < 0,05$), rezultat procijenjen Astrand testom ($r = 0,82$, $p < 0,05$), Cooper

testom ($r = 0,76$, $p < 0,05$) te najslabije korelirani, ali ipak značajan rezultat testa VO_{2max} direktnom metodom ($r = 0,36$, $p < 0,05$).

Oba rezultata testa za procjenu anaerobne izdržljivosti pozitivno utječu na kriterij, no rezultat RAST testa u prilično je visokoj korelaciji s kriterijem ($r = 0,88$, $p < 0,05$), dok rezultat WANT testa također visoko značajno korelira s varijablom ukupnog kretanja ($r = 0,53$, $p < 0,05$).

Tablica 23. Utjecaj prediktorskih varijabli na kriterijsku (zavisnu) varijablu "Ukupno kretanje"

	Varijable	β	Standardna pogreška β	b	Standardna pogreška b	t	p	R	R^2
Testovi za procjenu eksplozivne snage tipa sprinta	Sprint na 5 metara	0,32	0,31	3713,86	3623,38	1,02	0,31	0,36	0,13
	Sprint na 10 metara	-0,48	0,40	-4891,69	4034,76	-1,21	0,23		
	Sprint na 30 metara	-0,12	0,28	-765,62	1768,94	-0,43	0,67		
Testovi za procjenu aerobne izdržljivosti	Astrandov test	0,33	0,15	181,94	81,65	2,23	0,03	0,90	0,81
	VO_{2max} test	-0,20	0,09	-92,83	44,65	-2,08	0,05		
	Beep test	0,44	0,15	439,55	150,15	2,93	0,01		
	Cooperov test	0,31	0,12	1,41	0,56	2,52	0,02		
Testovi za procjenu anaerobne izdržljivosti	WANT test	0,21	0,08	10,66	4,02	2,65	0,01	0,90	0,81
	RAST test	0,80	0,08	6,78	0,68	9,99	0,00		

$p < 0,05$

Tablica 23. prikazuje pojedinačan utjecaj svake varijable u sklopu svoje grupe (testovi za procjenu eksplozivne snage tipa sprinta te aerobne i anaerobne izdržljivosti) na kriterijsku varijablu, u našem zadnjem slučaju "Ukupno kretanje". Podaci iz tablice 23. upućuju na to da se samo 13 % varijance (R^2) može objasniti eksplozivnom snagom tipa sprinta dobivenom testovima sprint na 5 m, 10 m i 30 m.

Međutim, rezultati testova za procjenu aerobnih i anaerobnih sposobnosti pokazuju da aerobna i anaerobna sposobnost značajno utječu, više ili manje, na kriterijsku varijablu.

Promatrajući rezultate aerobnih testova, najveći utjecaj na kriterij ima aerobna sposobnost procijenjena Beep testom (β koeficijent = 0,44, $p = 0,01$), nakon čega slijede rezultati Astrand testa (β koeficijent = 0,33, $p = 0,03$), Cooper testa (β koeficijent = 0,31, $p = 0,02$) i na kraju negativni, ali ipak značajan utjecaj ima rezultat VO_{2max} testa (β koeficijent = -

0,20, $p = 0,05$). Čak 81 % (R^2) varijance u kriterijskoj varijabli "Ukupno kretanje" može se objasniti aerobnom izdržljivošću izmjerenim prediktorskim varijablama.

Anaerobne sposobnosti također statistički značajno utječu na kriterijsku varijablu "Ukupno kretanje", odnosno anaerobne sposobnosti procijenjene RAST i WANT testom. Još preciznije, anaerobna sposobnost procijenjena RAST testom (β koeficijent = 0,80, $p = 0,00$) ima gotovo četiri puta veći utjecaj nego anaerobna sposobnost procijenjena WANT testom (β koeficijent = 0,21, $p = 0,01$), koja je također statistički značajna i značajno utječe na kriterij. Isto kao i kod aerobne izdržljivosti, čak 81 % (R^2) varijance u kriterijskoj varijabli "Ukupno kretanje" objašnjava se anaerobnom izdržljivošću izmjerenom prediktorskim varijablama, što predstavlja vrlo visok postotak objašnjenosti i utjecaja te vrste testova na kriterij.

6. RASPRAVA

Nogomet, kao motorička aktivnost, iziskuje iznimnu kondicijsku pripremljenost igrača. Karakteriziraju ga visoka opterećenja tijekom cijele utakmice, a najveći volumen kretanja igrači provedu u dva osnovna oblika cikličnih gibanja: trčanja i hodanja, koja se mogu podijeliti u više skupina prema intenzitetu kretanja. U ovom istraživanju dokazano je da su kretanja igrača, dijeljena u navedene dvije komponente, gotovo podjednakog volumena kretanja. S obzirom na kvalitetu igre te uzimajući u obzir činjenicu da uspjeh u nogometnoj igri ovisi o kvantiteti, ali također i o kvaliteti trčanja, rezultati ovog istraživanja su u skladu s očekivanjima. Veliki volumen kretanja u obliku hodanja je logičan, budući da tijekom utakmice igrač napravi veliki broj kretanja u maksimalnom ili submaksimalnom opterećenju te pritom upotrebljava svoje izvore adenozin-trifosfata i kreatin-fosfata, koji se obnavljaju. Iako glikolitički sustav dopremanja energije nema izrazit značaj u nogometu, s obzirom na to da u tijeku utakmica ne dolazi do prevelike koncentracije iona H^+ , odnosno kiseljenja organizma, ne smije se zanemariti i taj dio treninga, jer je bitan za kasniju toleranciju sportaša na laktate. To je važno jer je poznato da laktati negativno utječu na sportaševu situacijsku efikasnost, kojoj je često uzrok i umor. Za obnovu fosfagenih energetske kapaciteta, potrebno je između minute i minute i 90 sekundi, a taj proces odvija se tijekom najnižih opterećenja igrača na utakmici, poput stajanja, hodanja, laganog trka ili slično. Upravo ova konstatacija naglašava važnost faze hodanja, prilikom čega se igrač odmara, kako bi kasnije mogao ponovno izvesti kretanje u maksimalnom ili submaksimalnom opterećenju, a koje može imati i utjecaj na konačni rezultat utakmice. Hodanje se može, s obzirom na svoju fiziološku komponentu, predvidjeti u značajnoj mjeri Astrand, Beep, RAST i WANT testovima. Trčanja niskim, srednjim i dijelom visokim intenzitetom svrstavaju se u skupinu aerobnih opterećenja u nogometu, dok je trčanje u obliku sprinta anaerobno opterećenje organizma. Cilj rada bio je utvrditi povezanost između terenskih i laboratorijskih testova za procjenu aerobnih i anaerobnih sposobnosti sa varijablama funkcionalne učinkovitosti nogometaša juniorskog uzrasta. U juniorskoj dobi postepeno se povećavaju tjelesni zahtjevi tijekom trenažnog procesa, a osobito tijekom utakmica. Upravo zato potrebno je više pozornosti pridavati aerobnom treningu koji se, prema rezultatima testiranja i mjerenih aerobnih sposobnosti, može predvidjeti laboratorijskim i terenskim testovima, koji mjere aerobne sposobnosti igrača. Za vrhunsku izvedbu i za praćenje svih zahtjeva moderne igre, potrebna je izrazito visoka razina aerobnih i anaerobnih sposobnosti, odnosno aerobnog i anaerobnog kapaciteta. Upravo radi toga, kondicijska priprema je neophodna u nogometu i predstavlja jedan od ključnih faktora kasnije situacijske učinkovitosti tijekom utakmice. Igrački koji imaju bolji aerobni kapacitet, lakše će

kontrolirati posjed lopte, biti će bolji u pokrivanju terena, situacijskoj efikasnosti čuvanja i markiranja igrača te ukupnim prijeđenim udaljenostima tijekom utakmice. Momčadi koje imaju veći posjed lopte i koje prijeđu veće udaljenosti tijekom utakmice, imaju značajno veću šansu ostvariti bolji rezultat od protivnika. Dakle, veće udaljenosti prijeđene tijekom utakmica razlikuju uspješne ili vrhunske ekipe od manje uspješnih ili prosječnih nogometnih ekipa. Aerobna pripremljenost je važna u vrhunskom nogometu radi činjenice da razvijeniji sustav za transport kisika skraćuje vrijeme regeneracije igrača, a time uvelike pridonosi njenoj situacijskoj efikasnosti. Trčanje niskim intenzitetom je statistički značajno povezano sa svim laboratorijskim i terenskim testovima za procjenu aerobne i anaerobne izdržljivosti. Tim testovima moguće je procijeniti funkcionalnu učinkovitost nogometaša. Trčanje srednjim intenzitetom statistički je značajno povezano s Beep, RAST i WANT testovima, što ukazuje na način trčanja tim intenzitetom koji nije kontinuiran, već je isprekidan, što je slučaj i u testovima. Kod trčanja visokim intenzitetom postoji mogućnost uključivanja anaerobnih energetske izvora, s obzirom na fiziološka opterećenja organizma i potrebu za energijom. Kod anaerobnih kapaciteta vrlo je bitna faza igre u kojoj igrači trče submaksimalnom ili rijeđe maksimalnom brzinom (rijetki su sprintevi gdje igrač može postići svoju maksimalnu brzinu, prema nekim istraživanjima samo jedan posto). Trčanje visokim intenzitetom i sprint mogu se povezati s testom RAST, dok se samo trčanje visokim intenzitetom još statistički značajno povezuje s rezultatima postignutim u spiroergometrijskom testu na pokretnoj traci, gdje se mjeri maksimalan primitak kisika. Nadalje, uz anaerobni kapacitet iznimno je bitna regeneracija, odnosno oporavak igrača nakon aktivnosti, da bi što prije mogao pružiti kvalitetan sprint koji može raditi razliku na terenu. Ta razlika je vrlo često odlučujući faktor u konačnom rezultatu utakmice. Sposobnost ponovljenih sprinteva je jedna od najbitnijih komponenti vrhunskih igrača, budući da se tijekom utakmica realizira relativno veliki broj sprintova, a i veće udaljenosti ostvarene tim sprintovima razlikuju vrhunske od prosječnih momčadi. Ukupne udaljenosti tijekom utakmica su statistički značajno povezane sa svim laboratorijskim i terenskim testovima koji mjere aerobnu i anaerobnu izdržljivost sportaša. Eeksplozivna snaga tipa sprint nise statistički značajno povezani niti s jednom kriterijskom varijablom, neovisno o intenzitetu (hodanje, trčanje niskim, srednjim, visokim intenzitetom, sprint) ili volumenu kretanja (ukupno kretanje). Ta činjenica ima i značajan utjecaj, uzimajući u obzir testove koji se provode isključivo u pravocrtnom načinu kretanja bez distraktora u kretanju. Distraktori pravocrtnog kretanja mogu biti protivnički igrači, lopta, promjena pravca i smjera kretanja prema situaciji na terenu, kretanje suigrača, taktičke odluke i slično.

U modernom nogometu, sve se više koristi tehnološka koja precizno određuje kretanje igrača na terenu. Nakon i tijekom utakmice, analizom pojedinih softverskih programa, moguće je ustanoviti točna kretanja igrača tijekom utakmice. Nogomet je svojom evolucijom postao sve zahtjevniji, neovisno radi li se o tehnici igrača ili individualnoj ili momčadskoj taktici. Sukladno navedenom, kondicijska priprema igrača ne zaostaje u svojem razvoju, tj. u modernom nogometu sve je veći značaj kondicijskih trenera, kojih ima i nekoliko u jednoj vrhunskoj momčadi. Kondicijski treneri iznimno su bitni za sve aspekte utakmice jer je povećanjem intenziteta i opterećenja u nogometu kao igri, nemoguće pratiti sve zahtjeve tijekom utakmica, ako igrači nisu optimalno pripremljeni za svladavanje svih zahtjeva tijekom cijele utakmice, odnosno više njih tijekom tjedna.

Ako se osvrnemo na kriterijske varijable istraživanja, opisni parametri upućuju na to juniori (U-19) tijekom jedne nogometne utakmice prehodaju $5535,41 \pm 225,78$ m, pretrče $1602,70 \pm 328,34$ m u niskom intenzitetu, $1726,43 \pm 333,85$ m u srednjem intenzitetu, $683,51 \pm 134,52$ m u visokom intenzitetu, sprintaju $402,97 \pm 170,85$ m te ukupno prijeđu udaljenost od $9951,03 \pm 1132,63$ m. Ovakve vrijednosti slične su s konstatacijama Thatchera i Batterhama (2004), koji su konstatirali da prosječan nogometaš (U-19) tijekom jedne nogometne utakmice pretrči udaljenost između devet i trinaest kilometara, odnosno u prosjeku oko deset kilometara po utakmici, što je istovjetno rezultatima istraživanja u ovom radu. Dellal i sur. (2010) dobili su raspon rezultata od 10 426 i 12 030 m, što predstavlja, prema mnogim istraživanjima (Bangsbo i sur., 1991; Rienzi i sur., 2000; Mohr i sur., 2003; Barros i sur., 2007), prosječne vrijednosti prijeđenih kilometara tijekom nogometne utakmice i kreće se u rasponu od deset i jedanaest kilometara. Prema Andrzejewskim i sur. (2012), profesionalni igrači (4 UEFA KUP utakmice), pri brzini od 0 – 11,0 km/h prijeđu udaljenost od 6968 ± 217 m, pri brzini od 11,0 - 14,0 km/h prijeđu 1646 ± 310 m, pri brzini od 14,0 - 17,0 km/h prijeđu 1166 ± 325 m, pri brzini od 17,0 - 21,0 km/h prijeđu 935 ± 268 m, pri brzini od 21,0 - 24,0 km/h prijeđu 319 ± 106 m te pri brzini većoj od 24,0 km/h prijeđu 255 ± 138 m. Gledajući ukupnu prijeđenu udaljenost, igrači su tijekom nogometne utakmice pretrčali ukupno $11\,288,0 \pm 734,0$ m. Rezultati dobiveni navedenim istraživanjem razlikuju se od rezultata istraživanja dobivenih u ovom radu, iz razloga što su autori uzeli različite vrijednosti brzine određene kategorije trčanja, ali se i uzorci ispitanika razlikuju. Rezultati istraživanja autora Lago i sur. (2010) također su pokazali da ispitanici ukupno tijekom nogometne utakmice prijeđu $13\,094 \pm 531,2$ m. Kada se podijeli ukupno kretanje, vidljivo je da su ispitanici tijekom utakmice prehodali $6860,2 \pm 277,2$ m, niskim intenzitetom pretrčali $1615 \pm 215,2$ m, umjerenim intenzitetom pretrčali $1712,4 \pm 272$ m, submaksimalno trčali $531,8 \pm 122,8$ m te sprintali 275 ± 101 m. Mnogi bi se zagovornici

brze igre i ubrzanja složili da bi trebalo povećati prijedenu udaljenost trčanja visokim intenzitetom i sprinta, čime se i autor ovoga rada slaže, međutim, to je uvjetovano situacijom u igri i trenutnim stanjem, rezultatom i taktikom koju je postavio trener ekipe.

Promatrajući morfološke karakteristike, Chaouachi i sur. (2010) utvrdili su da prosječna visina nogometaša u prosječnoj dobi ($19,0 \pm 1,0$ godina) iznosi $181 \pm 5,7$ cm, prosječna masa iznosi $73,2 \pm 4,1$ kg, dok se postotak masnog tkiva iznosi $11,0 \pm 2,4$ %. Prema istraživanju autora Miller i sur. (2011), navedene karakteristike za ispitanika prosječne dobi ($19,6 \pm 0,8$ godina) iznose kako slijedi: prosječna visina iznosi $179,1 \pm 4,8$ cm, prosječna tjelesna masu $73,08 \pm 8,2$ kg, a postotak potkožnog masnog tkiva $5,6 \pm 1,6$ %. Wong i Wong (2009) utvrdili su prosječne vrijednosti tjelesne visine ispitanika u iznosu od $173 \pm 5,2$ cm i tjelesne mase od $64,2 \pm 8,1$ kg. Prema Sporišu i sur. (2009), prosječna visina nogometaša iznosi $181,4 \pm 2,5$ cm, prosječna tjelesna masa $78,4 \pm 3,1$ kg te postotak potkožnog masnog tkiva $11,9 \pm 3,1$ %. Svi prezentirani rezultati postotka potkožnog masnog tkiva poklapaju se s rezultatima istraživanja u ovom radu i ta je činjenica očekivana jer je današnji nogomet, na vrhunskoj razini, takav da igrači vrlo rijetko mogu imati povećani postotak potkožnog masnog tkiva. Isto ne vrijedi i za visinu, jer u selekciji nogometaša sve se rjeđe obraća pažnja na visinu, budući da ima čitav niz vrhunskih svjetskih igrača koji su niski rastom (Messi) ili vrlo visoki (Ibrahimović). Kalapotharakos i sur. (2011) dobili su rezultate postotka potkožnog masnog tkiva od $8,3 \pm 1,44$ %, što se također poklapa s postotkom potkožnog masnog tkiva dobivenim istraživanjem u ovom radu.

Aerobna sposobnost jedna je od glavnih prediktora za situacijsku učinkovitost u nogometnoj igri. Vrijednosti $VO_2\max$ testa u istraživanju ovog rada, u korelaciji su s Astrandovim testom ($r = 0,53$, $p < 0,05$), ali ne u visokom omjeru, što je možda radi protokola mjerenja. Naime, razmak između njih bi trebao biti veći. Slične rezultate pokazali su Metaxas i sur. (2009), prema čijem istraživanju je utvrđeno da igrači prve divizije imaju relativan primitak kisika od $55,32 \pm 3,33$ ml/kg/min. Kalapotharakos i sur. (2011) utvrdili su da igrači prije sezone imaju maksimalan relativan primitak kisika od $55,1 \pm 3,11$ ml/kg/min, dok nakon sezone, zbog odigranih utakmica i treninga imaju veći maksimalan primitak kisika ($61,2 \pm 2,3$ ml₂/kg/min). Prema rezultatima istraživanja autora Hoppe i sur. (2013), $VO_2\max$ iznosi $58,2 \pm 4,9$ ml/kg/min, što se također poklapa s rezultatima istraživanja ovog rada. Rezultati istraživanja $VO_2\max$ testa autora Wong i Wong (2009) pokazali su različite iznose kod ispitanika različitih nacija te su kod azijskih ispitanika iznosili $60,5$ mlO₂/kg/min, kod škotskih ispitanicika $63,4$ ml/kg/min te kod finskih ispitanika $56,0$ ml/kg/min. Prema istraživanju Meckel i sur. (2009),

rezultati VO_2max testa iznosili su $54,1 \pm 3,1$ ml/kg/min. Beep test, kao jedan od predstavnika testova za procjenu aerobnog kapaciteta, u istraživanju u ovom radu dosegao je razinu od $12,64 \pm 1,4$, odnosno procijenjeni maksimalni relativni primitak iznosio je $54,28$ ml/kg/min, što je nešto niže od direktnog mjernja. Rezultati Cooperovog testa pokazali su da je prosječna prijedena vrijednost u 12 minuta iznosila $2625,95 \pm 246,15$ m.

Za procjenu anaerobnog kapaciteta u istraživanju ovog rada korišteni su RAST i WANT test. Vrijednosti RAST testa iznose $553,96 \pm 22,52$ W, a vrijednosti WANT testa $704,14 \pm 133,47$ W. Prema Sands i sur. (2004), prosječne vrijednosti WANT testa iznose $690,27$ W, što je vidljivo i u istraživanju ovog rada. Također, prema Keiru i sur. (2013), prosječne vrijednosti WANT testa iznosile su 697 ± 48 W, dok su vrijednosti RAST testa iznosile 621 ± 60 W, što se također slaže s rezultatima istraživanja u ovom radu, gdje su vrijednosti RAST testa manje od vrijednosti WANT testa. Dobivene vrijednosti istraživanja RAST testa autora Zagatto i sur. (2009) iznose $590,62 \pm 90,79$ W. RAST test je prema svojim kretanjima sličniji kretanjima koje nogomtaš koristi tijekom utakmice pa su i rezultati ovoga istraživanja očekivani.

Gledajući rezultate testova za procjenu eksplozivne snage tipa sprinta, Sporiš i sur. (2009) dobili su rezultate testa sprinta na pet metara u iznosu $1,44 \pm 0,5$ sekundi. Također, Boone i sur. (2012) dobili su vrijednosti sprinta na pet metara $1,45 \pm 0,05$ s. Navedeni rezultati u skladu su s vrijednostima istraživanja u ovom radu te iznose $1,39 \pm 0,10$ s. Razmatrajući varijablu sprinta na deset metara, rezultati istraživanja autora Mirkov i sur. (2008) iznosili su $1,9 \pm 0,085$ s, a autora Ingebrigtsen i sur. (2014), bili su vrlo slični i iznosili $1,83 \pm 0,09$ s. Sporiš i sur. (2009) prezentirali su rezultate sprinta na deset metara u iznosu od $2,27 \pm 0,4$ s. Vidljivo je da su svi rezultati vrlo blizu dvije sekunde, što označava prolaz na desetom metru, vrlo blizu i rezultatima istraživanja u ovom radu, koji iznose $2,11 \pm 0,11$ s. Slične rezultate dobili su Sporiš i sur. (2007), kod kojih su vrijednosti testa sprinta na deset metara iznosili $2,11 \pm 0,12$ s. Test sprinta na trideset metara u istraživanju ovog rada iznosi $4,53 \pm 0,18$ s, što se poklapa s rezultatima Sporiša i sur. (2007), kod kojih su vrijednosti bile $4,71 \pm 1,19$ s. Također, rezultati istraživanja autora Wong i sur. (2009) u uskladu s istraživanjem ovog rada i iznose $4,90 \pm 0,35$. Testovi sprintova jesu i trebaju biti jedni od glavnih kada se radi selekcija nogometaša, a posebno tome u prilog ide i podatak da je suvremeni nogomet razvijen te da su suvremeni nogometaši u stanju ponavljati veliku količinu sprinta na vrhunskom nivou. Male razlike postoje i upravo te male razlike mogu rezultirati velikim razlikama među nogometašima koji igraju na vrhunskom nivou od onih koji taj nivo nikada ne dosegnu.

Raspon rezultata značajno povezanih varijabli, ali negativnog predznaka u prostoru eksplozivne snage tipa sprinta i testova za procjenu aerobnih sposobnosti ($r = -0,47$ Astrand i 30 m do $r = -0,34$ Astrand i 5 m, $p < 0,05$), upućuje na to da igrač tijekom utakmice koristi veliki broj ponavljanja u sprintu i u slučaju da ima aerobni kapacitet na visokoj razini, bit će u mogućnosti ponavljati veći broj sprintova. Značajna je korelacija između 30 m i WANT testa ($-0,35$, $p < 0,05$), što je također očekivano jer i u jednom i drugom testu, igrač maksimalno trči, odnosno pedalira, a dionica od 30 m je najduža pa je očekivano da postoji veza između ta dva testa. Testovi unutar procjene aerobne izdržljivosti upućuju na to da je raspon rezultata vrlo visok ($0,48 - 0,84$), što predstavlja vrlo visoku korelaciju testova te su s razlogom stavljeni u isti funkcionalni prostor. Najmanja korelacija, gledajući značajnost između testova za procjenu aerobne i anaerobne sposobnosti, je između VO_{2max} i WANT testa ($r = 0,39$, $p < 0,05$), što predstavlja umjereno jaku pozitivnu korelaciju, dok je najveća korelacija između Beep testa i COOPER testa ($r = 0,73$, $p < 0,05$), što predstavlja vrlo visoku korelaciju. Testovi za procjenu anaerobnih sposobnosti koreliraju na umjerenj razini od $r = 0,40$, $p < 0,05$ (povezanost između WANT i RAST testa). Istraživanje Wonga i sur. (2009) pokazalo je da je povezanost između tjelesne mase i testa sprinta na 30 m statistički značajna ($r = -0,54$, $p < 0,001$). To se kosi s rezultatima istraživanja provedenog u ovom radu, gdje je dobiveno da tjelesna masa pozitivno, no neznajčno utječe na test sprinta 30 m ($r = 0,28$, $p > 0,05$), što može biti uzrokovano razlikama u dobi ispitanika uzorka navedenih istraživanja. Također, Wong i sur. (2009) utvrdili su da visina tijela također značajno, ali negativno utječe na sprint na 30 metara ($r = -0,64$, $p < 0,01$) i sprint na 10 metara ($r = -0,32$, $p < 0,01$), što nije u skladu s rezultatima istraživanja ovog rada, iz razloga što su vrijednosti korelacije istraživanja u ovom radu pozitivne, ali neznajčne nasuprot druge varijable (sprint na 30 metara: $r = 0,29$, $p > 0,05$ te sprint na 10 metara: $r = 0,15$, $p > 0,05$).

Na temelju dobivenih rezultata i prve hipoteze koja glasi **H1: "Utvrđiti će se statistički značajna pozitivna povezanost laboratorijskih i terenskih testova i kriterijske varijable "Hodanje"**, zaključuje se da morfološke karakteristike imaju zanemarivo značajan i negativan utjecaj na varijablu "Hodanje" ($r = -0,05$ do $r = -0,26$, $p < 0,05$), odnosno da nisu bitne za situacijske parametre mjerene u ovom istraživanju. Testovi za procjenu eksplozivne snage tipa sprinta negativnog su predznaka, obzirom na povezanost s kriterijskom varijablom "Hodanje" i kreću se u rasponu od $r = -0,21$ do $r = -0,36$, $p < 0,05$, dok su testovi za procjenu aerobnih sposobnosti (VO_{2max} $r = 0,49$ do Beep $r = 0,88$) te testovi za procjenu anaerobnih sposobnosti ($r = 0,60$ WANT do $r = 0,75$ RAST) imali vrlo veliki utjecaj. Castagna i D'Ottavio (2001)

pokazali su da varijabla $VO_2\text{max}$ negativno utječe na hodanje prema naprijed ($r = -0,71$, $p < 0,05$), što nije u skladu s rezultatima u ovom radu, no u istraživanju su mjeni nogometni suci, što vjerojatno dovodi do navedenih razlika. Utjecaj aerobne sposobnosti, koja se procjenjuje Astrandovim i Beep testom te anaerobne sposobnosti, koja se procjenjuje WANT i RAST testom, značajan je i vrlo visok prema kriteriju. Rezultati su očekivani, budući da je aktivnost hodanja izuzetno niskog intenziteta pa se očekivao utjecaj svih prediktorskih varijabli na kriterij. Vrlo visoki rezultati objašnjenih varijanci testova za procjenu aerobne i anaerobne izdržljivosti ($R^2 = 0,83$ i $r = 0,67$) kriterijske varijable "Hodanje", sugeriraju upravo da su te skupine testova najbolji prediktori varijable "Hodanje". Drugim riječima, može se zaključiti da su odabrane prediktorske varijable dobro objasnile kriterijsku varijablu "Hodanje". Prema dobivenim rezultatima i rezultatima multiple-regresijske analize, moguće je prihvatiti prvu hipotezu i konstatirati da postoje pozitivne povezanosti između skupa testova i kriterija "Hodanje".

Na temelju dobivenih rezultata i druge hipoteze, koja glasi **H2: "Utvrđit će se statistički značajna pozitivna povezanost laboratorijskih i terenskih testova i kriterijske varijable "Trčanje niskim intenzitetom"**, moguće je utvrditi da se pozitivne značajne korelacije nalaze između testova za procjenu aerobne i anaerobne sposobnosti, dok se negativne značajne korelacije (u manjoj mjeri) nalaze unutar morfološkog prostora i prostora eksplozivne snage tipa sprinta. Navedeni podaci su također očekivani, budući da je trčanje niskim intenzitetom lagana aktivnost te, kao i kod hodanja, očekivano je da morfološke karakteristike imaju malu povezanost s kriterijem. Međutim, gledajući rezultate iz tablice 10., uočljive su pozitivne vrijednosti značajnih testova na vrlo visokoj razini (izuzev varijabli u morfološkom prostoru te $VO_2\text{max}$ u prostoru testova za procjenu aerobnih sposobnosti). Aerobna i anaerobna sposobnost značajno visoko utječu na varijablu "Trčanje niskim intenzitetom" (korelacija od $r = 0,36$ $VO_2\text{max}$ do $r = 0,87$ Beep) za testove za procjenu aerobne sposobnosti te $r = 0,57$ WANT i $r = 0,85$ RAST za testove za procjenu anaerobne sposobnosti). Igrači tijekom utakmice većinu svog vremena provedu u aktivnostima niskog intenziteta pa je povezanost testova aerobne sposobnosti i trčanja niskim intenzitetom očekivana. Povezanost testova anaerobne sposobnosti i trčanja niskim intenzitetom leži u činjenici da su rezultatima ovog istraživanja oni značajno povezani s Beep i Astrand testom. Vrlo visoki rezultati objašnjenih varijanci testova za procjenu aerobne i anaerobne sposobnosti ($R^2 = 0,86$ i $R^2 = 0,78$) kriterijske varijable "Trčanje niskim intenzitetom", sugerira da su upravo te skupine testova najbolji prediktori navedene varijable. Aerobna sposobnost najbolje objašnjava nogometaša u aktivnostima niskog intenziteta jer za vrijeme igre provede najviše vremena u tim aktivnostima. Također, vrlo nizak rezultat testova

eksplozivne snage tipa sprint ($R^2 = 0,16$) je logičan jer su to dvije potpuno fiziološki drugačije aktivnosti.

Prema dobivenim rezultatima i rezultatima multiple-regresijske analize, moguće je prihvatiti drugu hipotezu i konstatirati da postoje pozitivne povezanosti između skupa testova i kriterija trčanja niskog intenziteta.

Na temelju dobivenih rezultata i treće hipoteze, koja glasi **"Utvrđit će se statistički značajna pozitivna povezanost laboratorijskih i terenskih testova i kriterijske varijable "Trčanje srednjim intenzitetom"**, iz tablice 13. vidljivo je da se pozitivne značajne korelacije nalaze između testova za procjenu aerobne i anaerobne sposobnosti. Rezultati iz tablice 14. pokazuju pozitivne vrijednosti značajnih testova na vrlo visokoj razini (izuzev varijabli u morfološkom prostoru). Nadalje, testovi za procjenu aerobne i anaerobne sposobnosti pokazali su umjerene do visoke korelacije s varijablom "Trčanje srednjim intenzitetom" ($r = 0,36$ VO_{2max} do $r = 0,84$ Beep, te od $r = 0,50$ WANT i $r = 0,86$ RAST, $p < 0,05$). Od testova koji mjere aerobne sposobnosti, Beep test pokazao se kao dobar prediktor, međutim, ističe se RAST test ($\beta = 0,78$), koji, kao predstavnik testova za procjenu anaerobne izdržljivosti, ima vrlo veliku procjenu kriterijske varijable, odnosno anaerobna sposobnost ima visok utjecaj na kriterijsku varijablu "Trčanje srednjim intenzitetom". Također, 77 % varijance u kriterijskoj varijabli "Trčanje srednjim intenzitetom" može se objasniti anaerobnom sposobnošću dobivene rezultatima prediktorskih testova za procjenu anaerobne sposobnosti, što, kao i kod testova za procjenu aerobnih sposobnosti, predstavlja jako visoki postotak cjelokupnog utjecaja na trčanje srednjim intenzitetom. Za odmor tijekom igre i treninga, nogometaši bi trebali svakako koristiti trčanje niskim intenzitetom, ali čak ponekad i trčanje umjerenim intenzitetom. Naime, utjecajem na poboljšanje rezultata u spomenutim testovima, nogometaš bi lakše dolazio do odmora i bio spreman za nove zahtjeve koje igra predstavlja. Prema dobivenim rezultatima i rezultatima multiple-regresijske analize, može se prihvatiti treća hipotezu i konstatirati da postoje pozitivne povezanosti između skupa testova i kriterija trčanja srednjim intenzitetom.

Na temelju dobivenih rezultata i druge hipoteze, koja glasi **H4: "Utvrđit će se statistički značajna pozitivna povezanost laboratorijskih i terenskih testova i kriterijske varijable "Trčanje visokim intenzitetom"**, iz tablice 16. uočljivo je da se pozitivne značajne korelacije nalaze između testova za procjenu aerobnih i anaerobnih sposobnosti. Na temelju rezultata mjerenja morfoloških karakteristika, zaključuje se da niti jedna od morfoloških varijabli ne utječe značajno na kriterijsku varijablu. U tablici 17. vidljive su negativne vrijednosti utjecaja morfoloških karakteristika, testova za procjenu eksplozivne snage tipa sprinta te varijabla VO_{2max} i može se konstatirati da je većina testova negativnog utjecaja

na kriterijsku varijablu, dok su pozitivnog utjecaja aerobni testovi koji su neznajni te oba testa za procjenu anaerobnih sposobnosti. Navedno upućuje na to da što je veći postotak u prediktorskoj varijabli, to je vrijednost trčanja visokim intenzitetom manja (obrnuta proporcionalnost). Također se uočava da sva mjerenja varijabli morfoloških karakteristika i testova za procjenu eksplozivne snage tipa sprinta neznajni, ali ipak negativno koreliraju sa zadanim kriterijem. Aeroban kapacitet dobiven testovima za njegovu procjenu, ne utječe značajno na varijablu "Trčanje visokim intenzitetom", što se i poklapa s rezultatima, iz razloga što se s kapacitetima može trčati umjerenim intenzitetom jako dugo, dok se kod trčanja visokim intenzitetom uključuju anaerobni izvori energije. Međutim, 64 % varijance u kriterijskoj varijabli može se objasniti aerobnom izdržljivošću dobivenih prediktorskim testovima za procjenu, što predstavlja jako visoki postotak ukupnog utjecaja testova na kriterij.

Beep i Astrand test sa svojim korelacijama od $r = 0,71$, $p < 0,05$ značajno su povezani s varijablom "Trčanje visokim intenzitetom". Rezultati RAST testa, odnosno anaerobna sposobnost koju procjenjujemo RAST testom jako utječe na zadanu varijablu (β koeficijent = 0,90, $p = 0,00$). Slično je dobio i Rebelo i dr. (2012) koji su $r = 0,77$ povezanosti Yo-Yo testa i trčanja visokim intenzitetom kod mladih nogometaša, a u ovom istraživanju dobiveno je $r = 0,71$. Dobiveni rezultati su očekiva očekivani jer, iako su različitoga trajanja, RAST i BEEP test imaju svoju jednaku logičku postavku, najbliži su nogometnoj igri pa i njihovi rezultati imaju najveći utjecaj na trčanje visokim intenzitetom. Međutim, iznenađuje da eksplozivna snaga tipa sprinta nije u vezi s kriterijskom varijablom niti sudjeluje u objašnjenju varijance kriterijske varijable ($R^2 = 0,07$). Prema dobivenim rezultatima i rezultatima multiple-regresijske analize, nije moguće sa sigurnošću prihvatiti četvrtu hipotezu i konstatirati da postoje pozitivne povezanosti između skupa testova i kriterija trčanja visokim intenzitetom.

Na temelju dobivenih rezultata i druge hipoteze koja glasi **H5: "Utvrđit će se statistički značajna pozitivna povezanost laboratorijskih i terenskih testova i kriterijske varijable "Sprint"**, gledajući rezultate iz tablice 19., vidljive su negativne vrijednosti utjecaja morfoloških karakteristika te testova za procjenu eksplozivne snage tipa sprinta na kriterij "Sprint". Moguće je konstatirati da je većina testova negativnog utjecaja na kriterijsku varijablu, dok su pozitivnog utjecaja aerobni i anaerobni testovi, gdje postoje značajne visoke korelacije, osim u testovima , ($r = 0,19$), kao predstavnika testova za procjenu aerobnih sposobnosti i WANT testa ($r = 0,32$), za procjenu anaerobnih sposobnosti. Raspon korelacija testova za procjenu aerobne izdržljivosti s varijablom "Sprint" iznose od $r = 0,19$ do $r = 0,63$ Beep, što predstavlja visoke povezanosti s varijablom, dok RAST test ima visoku povezanost s varijablom "Sprint" ($r = 0,82$), a kao predstavnik testova za procjenu anaerobne izdržljivosti

ima najveći utjecaj na kriterij, odnosno anaerobna izdržljivost procijenjena RAST testom ima najveći utjecaj na kriterijsku varijablu "Sprint" (β koeficijent = 0,83, $p = 0,00$). Aerobna izdržljivost je jako bitna u nogometnoj igri jer, da bi igrač bio u stanju brzo reagirati, potrebna je brzina reakcije, ekseksplzivna snaga ili sprint, ali da bi isto mogao ponoviti onoliko puta koliko mu to igra nameće, onda je svakako tu bitna aerobna sposobnost i logično je da testovi za procjenu aerobne sposobnosti imaju velik utjecaj i povezanost sa kriterijskom varijablom "Sprint". Slično je zaključeno u radu autora Castagna i sur. (2010), u kojem su utvrđene visoke povezanosti Yo-Yo testa s aktivnostima viskog intenziteta i sprinta. Ovdje posebno treba naglasiti da nema povezanosti eksplozivne snage tipa sprinta i kriterijske varijable "Sprint". Naravno, igrač koji nema dobar aeroban kapacitet, nema niti mogućnost ponavljati velik broj sprintova u igri. U istraživanju u ovom radu, mjerila se ukupna prijeđena dionica varijable „Sprint“, a ne najbolje vrijeme sprinta pa se na taj način možda može objasniti slaba povezanost testova eksplozivne snage sprinta i kriterijske varijable „Sprint“. Ipak, rezultat pomalo iznenađuje pa sugerira na to da igrači, pod utjecajem okolnosti igre, izvode sprintove koji se ne mogu dovesti u vezu s testovima sprinta pa bi trebalo pronaći neki drugi test za procjenu sprintanja prilikom odigravanja utakmice, odnosno trebalo bi razmisliti da li su uopće potrebna testiranja sprinta na 5 m, 10 m, i 30 m. Na temelju dobivenih rezultata, ne može se prihvatiti peta hipoteza, koja kaže da postoje pozitivne povezanosti između terenskih i laboratorijskih testova i kriterijske varijable "Sprint".

Na temelju šeste postavljene hipoteze, koja glasi **H6: "Utvrđit će se statistički značajna pozitivna povezanost laboratorijskih i terenskih testova i kriterijske varijable "Ukupno kretanje"**, uočljivo je iz tablice 22. da su svi testovi morfoloških karakteristika i testova za procjenu eksplozivne snage tipa sprinta negativno korelirani s kriterijskom varijablom "Ukupno kretanje" (značajni obilježeni crvenom bojom). Međutim, testovi za procjenu aerobnih (Beep $r = 0,85$) i anaerobnih sposobnosti (RAST $r = 0,88$) pokazuju vrlo visoke i značajne korelacije s testom "Ukupnog kretanja", što znači da statistički djeluju na kriterijsku varijablu. Naime, ukupna kretanja nogometaša, koja u sebi sadrže sve aktivnosti tijekom utakmice, a definirana su aerobnim i anaerobnim sposobnostima, ukazuju na njihovu povezanost. Također, rezultati u tablici 23. pokazuju da je većina varijabli u prostoru eksplozivne snage tipa sprinta negativnog predznaka, dok su aerobne sposobnosti (osim $VO_2\max$) te anaerobne sposobnosti (RAST β koeficijent = 0,80, $p = 0,00$) pozitivnog predznaka i svi statistički značajno utječu na kriterijsku varijablu "Ukupno kretanje". Slični su rezultati istraživanja i autora Rebelo i dr. (2012), koji su su dobili povezanosti ($r = 0,65$) Yo-Yo testa i ukupnih kretanja mladih nogometaša. Morfološke karakteristike i testovi za procjenu eksplozivne snage tipa sprinta imaju negativne

korelacije s varijablom "Ukupno kretanje", ali testovi za procjenu aerobnih i anaerobnih sposobnosti pozitivno i značajno koreliraju s kriterijem (od $r = 0,36$ do $r = 0,85$ BEEP, te $r = 0,53$ WANT i $r = 0,88$ RAST, $p < 0,05$). Prema rezultatima iz tablica 22. i 23., nije moguće u potpunosti prihvatiti šestu. hipotezu jer svi laboratorijski i terenski testovi ne pokazuju pozitivne vrijednosti prema kriterijskoj varijabli, a posebno je potrebno naglasak staviti na skupinu testova eksplozivne snage tipa sprinta. Međutim, skupine testova za procjenu aerobne i anaerobne izdržljivosti su se pokazale kao dobar prediktor u objašnjenju kriterijske varijable "Ukupno kretanje" ($R^2 = 0,81$).

7. ZNANSTVENI DOPRINOS ISTRAŽIVANJA

Znanstveni značaj rada ogleda se u mogućnosti znanstvenog dokazivanja da predloženi laboratorijski i terenski testovi nogometaša mogu poslužiti za procjenu trčanja različitim intenzitetima nogometaša tijekom nogometne utakmice. Nogometaš, kao dio sustava ili ekipe, posjeduje individualno svoje sposobnosti, koje se razlikuju ovisno o poziciji koju igra unutar ekipe, suigračima, protivničkim igračima, a čak se razlikuje i od utakmice do utakmice, čiji tijek može biti usmjeren, neplaniran, u smjeru za koji se igrač nije pripremio. Kao takav, predstavlja zagonetku za trenere i istraživače, koju treba odgonetnuti i sugerirati znanjima i novim spoznajama, u kojem bi se pravcu trebao nogometaš razvijati da bi mu izvedba bila bolja. Do spoznaja o stanju nogometaša dolazi se putem raznih mjerenja (testova), čiji rezultati sugeriraju u kakvom je psihofizičkom stanju nogometaš i kojim treninzima utjecati na iste, s ciljem unaprjeđenja sposobnosti korištenja maksimalnih kapaciteta kada je to najpotrebnije. Upravo je to značaj ovoga istraživanja jer na temelju dobivenih rezultata, sportski treneri, ne samo u nogometu, nego i u drugim sportovima, mogu prognozirati koji će treninzi najbolje utjecati na fizičku izvedbu sportaša te koje treninge je potrebno ukomponirati u trenažni proces u predsezoni, sezoni i postsezoni, da bi igrači dosegli svoju maksimalnu sportsku pripremljenost i bili uspješni na velikim natjecanjima. Testovi korišteni ovim istraživanjem mjere nogometaševe aerobne sposobnosti, anaerobne sposobnosti te eksplozivnu snagu tipa sprinta te, ako se uzme u obzir podatak da je sprint jedna od glavnih komponenata uspješnosti nogometaša, a rezultat ovog istraživanja ukazuje da su Beep i RAST test, odnosno anaerobna sposobnost, njegov najbolji prediktor, onda trener treba razvijati one kvalitete kod nogometaša kojima bi mu rezultat u navedenim testovima bio što bolji jer će i za vrijeme utakmice biti bolji u sprintu.

Potvrđene hipoteze doprinose znanjima koje treneri i znanstvenici posjeduju, ali isto tako i one hipoteze koje nisu potvrđene uvelike mogu doprinijeti novim idejama. Svakako bi trebalo razmisliti o novim idejama i osmišljavanju testova koji bi bolje procijenjivali izvedbu trčanja visokim intenzitetom i sprintanja nogometaša tijekom utakmice. Naime, sprint u igri i testiranje sprinta na treninzima nisu jednaki. Razvijanje maksimalne brzine nogometaša na treningu u idealnim uvjetima, bez protivnika, lopte i gledatelja, nije jednako onom u situaciji pa autor sugerira dodatne analize ovog fenomena. Na taj način, cijeli trenerov stručni tim mogao bi provesti trenažni i kasnije natjecateljski postupak u sustavu usavršavanja i nadograđivanja sportske forme, kako u nogometu, tako i u ostalim sportovima.

8. ZAKLJUČAK

Kao što je vidljivo iz rezultata istraživanja, većina postavljenih hipoteza može se prihvatiti te je moguće konstatirati da sposobnosti koje su testirane u testovima ovog istraživanja, ponajviše testova za procjenu aerobne i anaerobne sposobnosti, utječu na definirane kriterijske varijable. Sve navedeno upućuje na to da nogometaš mora imati izuzetno visoke aerobne i anaerobne kapacitete da bi bio uspješan. Međutim, testovi sprinta na 5 m, 10 m, i 30 m ovim istraživanjem, odnosno eksplozivna snaga tipa sprinta ne predstavlja značajan prediktor kriterijskih varijabli trčanja visokim intenzitetom i sprintanja, što može upućivati na činjenicu da bi trebalo revidirati bateriju testova eksplozivne snage tipa sprinta. Činjenica je da nogometaš tijekom utakmice izvodi brze kretnje, sprintove, ali su ti sprintovi različitog karaktera od onih kojima testiramo sprinterske sposobnosti nogometaša. Za vrijeme utakmice, nogometaš se često nalazi u situacijama koje utječu na smanjenu manifestaciju maksimalnog sprinta, na koje utječu npr. protivnik, lopta, nepravocrtan sprint itd. Na temelju rezultata, predlaže se razmišljanje o novoj bateriji testova za procjenu eksplozivne snage tipa sprinta, koji bi bili sličniji stvarnim uvjetima nogometne igre i na taj način mogli zaista procijeniti i predvidjeti nogometaševe sprinterske kapacitete tijekom utakmice. Svakako bi trebalo razmisliti o ideji da se možda napravi dodatno istraživanje slično ovome, u koje bi se, kao prediktorska varijabla, dodala varijabla koja u sebi, osim elemenata sprinta (5 - 10 m) sadrži i dodatni tehnički element, a autor bi preporučio prijem, odnosno prijenos lopte, uz obavezno vođenje lopte u zadanom prostoru (5 - 10 m) nakon prijenosa lopte. Autor smatra da je točan i brz prijem lopte, odnosno odlično izveden prijenos lopte, u kojem se skraćuje vrijeme njene kontrole, nakon čega igrač treba voditi loptu u sprintu, jako sličan situacijskim događanjima. Naime, igrač tijekom utakmice velik broj puta izvede upravo te radnje, a vrlo često o tome ovisi hoće li njegova sljedeća radnja biti dobra, što naravno ovisi o poziciji u igri. Ne dovede li loptu brzo pod kontrolu i ne napravi li odličan prijenos, napadač pruža mogućnost obrambenom igraču više vremena pravovremeno reagirati u sprječavanju zgođitka, odnosno ako obrambeni obrambeni igrač loše izvodi ove radnje onda daje prostora napadaču da ga omete i dođe u situaciju oduzimanja lopte.

Naravno da je prijedena udaljenost bitan segment nogometne igre i u jednostavnim se analizama ona često pokazuju kao jedan od faktora uspješnosti u igri. Međutim autor smatra da je potrebno promatrati druge, važnije parametre. Sprint na kraće dionice, mogućnost velikog broja njihovog ponavljanja, što se dovodi u vezu s rezultatima ovoga rada (RAST i Beep testovi)

i njihova međusobna povezanost ($r = 0,68$) te njihova povezanost sa intenzitetima trčanja, trčanja visokim intenzitetom i sprintanja, sugeriraju da bi trebali biti jedan od najvažnijih segmenata trenažnog procesa, odnosno aktivnosti koje sugeriraju bolje rezultate u RAST i Beep testovima jer anaerobne i aerobne sposobnosti koje procjenjujemo putem tih testova vrlo su dobar prediktor spomenutih intenziteta trčanja, a poprilično su jednostavni za izvedbu.

Sve navedeno predstavlja značajan doprinos i uvid u standardizirane i najviše korištene testove u području nogometa te, kako je već napomenuto, nužna su dodatna istraživanja da bi utjecaj i sam značaj bio još veći. S obzirom na to da je nogomet jedna od najmasovnijih sportskih igara svijeta i da se velika količina novca u njega svakodnevno ulaže, treneri, sa svojim stručnim timom, moraju osigurati adekvatan i optimalan trening svojim igračima. Trenažno "punjenje", odnosno zadavanje takvih opterećenja koja će pozitivno utjecati na promjene, kako fizičke, tako i fiziološke pa i psihičke, moraju biti na takvoj razini na kojoj će sportašev organizam prihvatiti promjene i stvoriti svoju osobnu superkompenzacijsku krivulju. Nadalje, igračeva izvedba mora biti na vrhunskoj razini, kako bi u kolektivnoj igri, adekvatnim tehničko-taktičkim sredstvima, mogao stvoriti višak igrača na terenu i postići pogodak. Činjenica je da je puno radova napravljeno na igračima nogometa, ali se sport svaki dan mijenja, izvedbe se povećavaju, naponi su veći, a vremena za odmor manje. Uz pomoć dobro planiranih i programiranih testova, koji procjenjuju cijeli antropološki profil nogometaša, a i općenito sportaša u drugim sportovima, igrači prevladavaju i automatiziraju nova znanja i vještine kako bi bili uspješni i ostvarili vrhunske sportske rezultate na terenu.

9. POPIS LITERATURE

1. Arnason, A., Sigurdsson, S.B., Gudmundsson, A., Holme, I., Engeberetsen, L. & Bahr, R., (2004). Physical fitness, injuries and team performance in soccer. *Medical Science of Sports and Exercise*, 36, 278 - 285.
2. Bangsbo, J., & Michasik, L., (2002). Assessment of physiological capacity of elite soccer players. *Science And Football IV*. London. Routledge, 2002, p.p. 53 - 62.
3. Bangsbo, J., Norregaard, L., and Thorsoe, F. (1991). Activity profile of competition soccer. *Canadian Journal of Sports Sciences* 16, 110 - 116.
4. Bar-Or (1987): The Wingate anaerobic test. An update on methodology, reliability and validity. *Sports Med.* 1987 Nov - Dec;4(6):381 - 94.
5. Barfield, W.R., Sells and, P.D., Dove, A. R., and Hannigan-Downs, A. (2002) Practice Effect of the Wingate Anaerobic Test. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 2002, 16(3), 472 - 473.
6. Barros, R.M.L., Misuta, M.S., Menezes, R.P., Figueroa, P., Moura, F., Cunha, S., Anido, R., Leite, N. (2007). Analysis of the distances covered by first division Brazilian soccer players obtained with an automatic tracking method. *J Sports Sci Med.*, 6, 233 - 242.
7. Bell, W. and Rhodes, G. (1975). The morphological characteristics of association soccer players. *British Journal of Sports Medicine*, 9, 196 - 200.
8. Boone, J., Vaeyens, R., Steyaert, A., Vanden Bossche, L., & Bourgois, J. (2012). Physical fitness of elite Belgian soccer players by player position. *J Strength Cond Res*, 26 (8), 2051 - 2057.
9. Bradley, P., S., DiMascio, M., Peart, D., Olsen, P. and Sheldon, B. (2009). High-Intensity Activity Profiles Of Elite Soccer Players At Different Performance Levels. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 0(0), 1 - 9.
10. Bradley, P., S., Mohr, M., Bendiksen, M., Randers, M. B., Flindt, M., Barnes, C., Hood, P., Gomez, A., Andersen, J. L., DiMascio, M., Bangsbo, J., Krstrup, P. (2010): Sub-maximal and maximal Yo-Yo intermittent endurance test level 2: heart rate response, reproducibility and application to elite soccer. *Eur J Appl Physiol*, DOI 10.1007/s00421-010-1721-2
11. Bradley, P.S., DiMascio, M., Peart, D., Olsen, P., & Sheldon, B., (2010). High-intensity activity profiles of elite soccer players at different performance levels. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(9), 2343 - 2351.
12. Buchheit, M., Mendez-Villanueva, A., Simpson, B. M., Bourdon, P. C. (2010): Match running performance and fitness in youth soccer. *Int J Sports Med*; 31, 818 - 825.

13. Bunc, V., & Psotta, R. (2001). Physiological profile of very young soccer players. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 41(3), 337 - 341.
14. Caldwell, B.P. & Peters, D.M. (2009). Seasonal variation in physiological fitness of a semiprofessional soccer team. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 23(5), 1370 - 1377.
15. Castagna, C., Abt, G., D'Ottavio, S. (2005). Competitive-level differences in Yo-Yo intermittent recovery and twelve minute run test performance in soccer referees. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 19 (4), 805 - 809.
16. Castagna, C., D'ottavio, S., Grant, A. (2003). Activity profile of young soccer players during actual match play. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 17(4), 775 - 780.
17. Castagna, C., and D'ottavio, S. (2002). Effect of Maximal Aerobic Power on Match Performance in Elite Soccer Referees. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 15(4), 420 - 425.
18. Castagna, C., Franco, M., Impellizzeri, F., Chamari, K., Carlomagno, D., and Rampinini, E. (2006). Aerobic Fitness And Yo-Yo Continuous And Intermittent Tests Performances In Soccer Players: A Correlation Study. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 20(2), 320 - 325.
19. Castagna, C., Manzi, V., Impellizzeri, F., Weston, M., and Alvarez, J., C., B. (2010) Relationship Between Endurance Field Tests And Match Performance In Young Soccer Players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(12), 3227 - 3233.
20. Chamari, K., Hachana, Y., Kaouech, F., Jeddi, R., Moussa-Chamari, I., and Wisløff, U. (2005): Endurance training and testing with the ball in young elite soccer players. *Br. J. Sports Med.*, 39, 24 - 28.
21. Chamari, K., Moussa-Chamari, I., Boussaidi, L., Hachana, Y., Kaouech, F., Wisløff, U. (2005): Appropriate Interpretation Of Aerobic Capacity: Allometric Scaling In Adult And Young Soccer Players. *Br J Sports Med.*, 39, 97 - 101.
22. Chaouachi, A., Castagna, C., Chtara, M., Brughelli, M., Turki, O., Gally, O., Chamari, K., Behm, D.G. (2010). Effect of warm-ups involving static or dynamic stretching on agility, sprinting, and jumping performance in trained individuals. *Journal of Strength and Conditioning Research* 24, 2001 - 2011.
23. Cometti, G., Maffiuletti, N.A., Pousson, M., Chatard, J.C., & Maffulli, N. (2001). Isokinetic strength and anaerobic power of elite, subelite and amateur French soccer players. *International journal of sports medicine*, 22, 45 - 51.

24. Cooper, K.H. (1968). A means of assessing maximal oxygen intake. *The Journal of the American Medical Association*, 203(3), 201 - 204.
25. D'ottavio, S. and Castagna, C. (2001). Analysis of Match Activities in Elite Soccer Referees During Actual Match Play. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 15(2), 167 - 171.
26. Dellal, A., Keller, D., Carling, C., Chaouachi, A., Wong, D.P., Chamari, K. (2010). Physiologic effects of directional changes in intermittent exercise in soccer players. *J Strength Cond Res.*, 24 (12), 3219 - 322.
27. Dujmović, P. (1997). Fizička priprema nogometaša. Zagreb: Zagrebački nogometni savez – zbor trenera.
28. Esposito, F., Impellizzeri, F.M., Margonato, V., Vanni, R., Pizzine, G., and Veicsteinas, A. (2004). Validity of heart rate as an indicator of aerobic demand during soccer activities in amateur soccer players. *European Journal of Applied Physiology*, 93, 167 - 172.
29. Faude O., Koch T. and Meyer T. (2012): Straight sprinting is the most frequent action in goal situations in professional football. *J. Sports Sci* 30:625 - 631;
30. Gil, S.M., Gil, J., Ruiz, F., Irazusta, A., Irazusta, J. (2007). Physiological and anthropometric characteristics of young soccer players according to their playing position: relevance for the selection process. *J Strength Cond Res.* 21, 438 - 445.
31. Helgerud, J., Engen, L., C., Wisløff, U. and Hoff, J. (2001). Aerobic endurance training improves soccer performance. *Medicine & Science In Sports & Exercise* Jan, 1925 - 1931.
32. Henry N. W., Scharff-Olson M., Deuy, S. P., Barksdale, J. M. (1999): Physiological status and prediction of cardiovascular fitness in highly trained youth soccer athletes. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 13(1), 10 - 15;
33. Hoff, J., Wisløff, U., Engen, L., C., Kemi, O., J., Helgerud, J. (2002). Soccer specific aerobic endurance training. *British Journal of Sports Medicine*, 36, 218 - 221.
34. Hoppe, M.W., Baumgart, C., Sperlich, B., Ibrahim, H., Jansen, C., Willis, S.J., and Freiwald, J. (2013). Comparison between three different endurance tests in professional soccer players. *J Strength Cond Res*, 27 (1), 31–37.
35. Ingebrigtsen, J., Brochmann, M., Castagna, C., Bradley, P.S., Ade, J., Krustup, P., and Holtermann (2014). A. Relationships between field performance tests in high - level soccer players. *J Strength Cond Res* 28(4), 942 - 949.

36. Jelešković, E., Jozak, H., Talovic, M., Sporiš, G. and Ramadanović, M. (2010). Correlation between fitness profile and situation efficiency in soccer. *Homo Sporticus* Issue 2, 11-16.
37. Jukić, I., Bok, D., and Milanović, D. (2002). Klasičan i modificirani (specifično-situacijski) energetske trening u sportskim igrama.; stvarni zahtjevi i trenažna rješenja. U I. Jukić, D. Milanović, C. Gregov i S. Šalaj (ur.) *Zbornik radova 7. Godišnje međunarodne konferencije „Kondicijska priprema sportaša 2009“*: Zagreb, 2009. (str.48 - 59). Zagreb :Kineziološki fakultet, Sveučilište u Zagrebu.
38. Kalapotharakos, V.I., Ziogas, G., Tokmakidis, S.P. (2011). Seasonal aerobic performance variation in elite soccer. *J Strength Cond Res*, 25, 1502–1507.
39. Keir, D. A., Riault, F. and Serresse, O. (2013): Evaluation Of The Running-Based Anaerobic Sprint Test As A Measure Of Repeated Sprint Ability In Collegiate-Level Soccer Players. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 27(6), 1671 - 1678.
40. Krstrup, P., Mohr, M., Nybo, L., Jensen, J., M., Nielsen, J., J. and Bangsbo, J. (2006). The Yo - Yo IR2 Test: Physiological Response, Reliability, and Application to Elite Soccer. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 38 (9), 1666 - 1673.
41. Lago, C., Casais, L., Dominguez, D., and Sampaio, J. (2010): The effects of situational variables on distance covered at various speeds in elite soccer. *European Journal of Sport Science*, 10(2): 103 - 109
42. Léger, L.A., Lambert, J.A. (1982). A maximal multistage 20 meter shuttle run test to predict V02 max. *Eur J App Phys*, 49, 1 - 12.
43. Magal, M., Smith, R.T., Dyer, J.J. & Hoffman, J.R. (2009). Seasonal variation in physical performance-related variables in male NCAA division III soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 23 (9), 2555 - 2559.
44. Markovic, G. i Mikulic, P. (2011). Discriminative Ability Of The Yo-Yo Intermittent Recovery Test (Level 1) In Prospective Young Soccer Players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 0(0), 1 - 4.
45. Matković B. R., Ivanković B, Matković B. Funkcionalna dijagnostika vrhunskih hrvatskih nogometaša. Trener i suvremena dijagnostika. *Zbornik radova. Zagrebački sajam športa*, Zagreb, 1999., 117 - 22.
46. Matković, B. R., Mišigoj Duraković, M., Matković, B., Janković, S., Ružić, L., Leko, G., Kondrič, M. (2003). Morphological differences of elite Croatian soccer players according to the team position. *Coll Antropol.*, 27(1), 167-171.

47. McMillan, K., Helgerud, J., Macdonald, R., Hoff, J. (2005). Physiological Adaptations To Soccer Specific Endurance Training In Professional Youth Soccer Players. *British Journal of Sports Medicine*, 39, 273 - 277.
48. McNaughton, L., Hall, P. and Cooley, D. (1998). Validation of several methods of estimating maximal oxygen uptake in young men. *Perceptual and motor skills journal*, 87(2), 575 - 584.
49. Meckel, Y., Machnai, O., Eliakim, A. (2009). Relationship among repeated sprint tests, aerobic fitness, and anaerobic fitness in elite adolescent soccer players. *J Strength Cond Res.*, 23 (1), 163 - 169.
50. Metaxas, T. I., Koutlianos, N. A., Kouidi, E. J. and Deligiannis, A. P. (2005). Comparative Study Of Field And Laboratory Tests For The Evaluation Of Aerobic Capacity In Soccer Players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 19 (1), 79 - 84.
51. Metaxas, T.I., Koutlianos, N., Sendelides, T., & Mandroukas, A. (2009). Preseason physiological profile of soccer and basketball players in different divisions. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 23 (6), 1704.
52. Mikulić, P., Ružić, L., Sporiš, G. (2005). Preciznost Astrandovog testa u procjeni aerobnog kapaciteta kod veslača i trkača veterana - što nam govori statistika?. *Hrvatski športsko medicinski vjesnik*, 2, 65-71.
53. Milanović, D. (ur.) (1997). *Priručnik za sportske trenere*. Zagreb: Fakultet za fizičku kulturu Sveučilišta u Zagrebu.
54. Mirkov, D., Nedeljkovic, A., Kukolj, M., Ugarkovic, D., & Jaric, S. (2008). Evaluation of the reliability of soccer-specific field tests. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 22(4), 1046 - 1050.
55. Mišigoj – Duraković, M., i sur. (1995). *Morfološka antropometrija u športu*. Fakultet za fizičku kulturu, Zagreb.
56. Mohr, M., Krustup, P. and Bangsbo, J. (2002): Physical preparation for the World Cup: using a sub-maximal Yo-Yo intermittent endurance test to evaluate training status. *Medicine and science in sports and exercise*, 34 (5), 24.
57. Mohr, M., Krustup, P. and Bangsbo, J. (2003) Match performance of high-standard soccer players with special reference to development of fatigue. *Journal of Sports Sciences* 21(7), 519 - 528.

58. Nevill A, Holder R, Watts A. The changing shape of “successful” professional footballers. *J Sports Sci* 2009; 27(5): 419 - 26
59. Papadakis L., Mitrotasios M., Patras K. (2017): Influence of aerobic endurance, sports speed and strength to repeated sprint performance in professional soccer players. *Biology of Exercise*. D.O.I: <https://doi.org/10.4127/jbe.2017.0115>
60. Penry, J.T., Wilcox, A.R., and Yun, J. (2011). Validity and reliability analysis of Cooper’s 12 - minute run and the multistage shuttle run in healthy adults. *J Strength Cond Res* 25 (3), 597 - 605.
61. Pinaki, C., Banerjee, A. K., Das, D. and Parimal, D. S. (2009). A Regression Equation to Predict VQ2 Max of Young Football Players of Nepal. *International Journal of Applied Sports Sciences* 21 (2), 113 - 121.
62. Rago. V., Pizzuto, F., Riaola, G. (2017): Relationship between intermittent endurance capacity and match performance according to the playing position in sub - 19 professional male football players: preliminary results. *Journal of Physical Education and Sport (JPES)*, 17(2), Art 103, pp.688 - 691;
63. Rebelo A., Brito J., Maia J., et al. (2012): Physical match performance of youth football players in relation to physical capacity. *Eur J Sport Sci*. First article:1 - 9;
64. Rechenchosky L., Borges P. H., Menegassi V. M., Depira P. P., Ronque E. R V., Rinaldi W. (2017): What are the implications of controlling anthropometric variables when comparing technical skills and physical fitness in young soccer regional players? *Journal of Physical Education and Sports (JPES)*, 17(2), Art 115, pp. 758 - 763;
65. Reilly T, Thomas V. (1976). A motion analysis of work-rate indifferent positional roles in professional football match-play. *J Hum Mov Stud.*, 2, 87 - 97.
66. Reinke, S., Karhausen, T., Doehner, W., Taylor, W., Hottenrott, K., Duda, G. N. and S. D. Anker (2009). The influence of recovery and training phases on body composition, peripheral vascular function and immune system of professional soccer players. *PloS One*, 4 (3), e4910.
67. Rienzi, E., Drust, B., Reilly, T., Carter, J.E.L. and Martin, A. (2000). Investigation of anthropometric and work - rate profiles of elite South American international soccer players. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness* 40 (2), 162 - 169.
68. Sands, W.A., McNeal, J.R., Ochi, M.T., Urbanek, T.L., Jemni, M., Stone, M.H. (2004). Comparison of the wingate and bosco anaerobic tests. *Journal of strength and conditioning research*, 18 (4), 810 - 815.

69. Shaher A. I. Shalfawi & Leif Inge Tjelta (2016): A critical evaluation of the aerobic capacity demands of elite male soccer players. *International Journal of Applied Sports Sciences* 2016, Vol. 28. No. 2, 200 - 212;
70. Sporiš, G., Canaki, M., Barišić, V. (2007). Morphological differences of elite Croatian female soccer players according to team position. *Hrvatski sportskomedicinski vjesnik*, 22, 91 - 96.
71. Sporiš, G., Jukic, I., Ostojic, S., M. and Milanovic, D. (2009): Fitnes Profiling In Soccer: Physical And Physiologic Characteristics Of Elite Players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 23 (7), 1947 - 1953.
72. Sudarov, N. (2007). Testovi za procenu fizičkih performansi. Novi sad: Pokrajinski zavod za sport.
73. Thatcher, R., Batterham, A.M. (2004). Development and validation of a sport - specific exercise protocol for elite youth soccer players. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitnes* 44, 15 - 22.
74. White, J.E., Emery, T.M., Kane, J.L., Groves, R., Risman, A.B. (1988). Pre-season fitnes profiles of professional soccer players. U: Reilly T, Lees A, Davids K, Murphy WJ. (ur) *Science and Footbal*. London: E & FN Spon. 164 - 171.
75. Wisloff, U., Castagna, C., Helgerud, J., Jones, R., & Hoff, J. (2004). Strong correlation of maximal squat strength with sprint performance and vertical jump height in elite soccer players. *British Journal of Sports Medicine*, 38(3), 285 - 288.
76. Wong, D. P., & Wong, S. H. S. (2009). Physiological profile of Asian elite youth soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 23 (5), 1383 - 1390.
77. Wong, P.L., Chamari, K., Dellal, A., Wisløff, U. (2009). Relationship between anthropometric and physiological characteristics in youth soccer players. *J Strength Cond Res.* 23, 1204 - 1210.
78. Wong, P. - L., Chaouachi, A., Chamari, K., Dellal, A., & Wisloff, U. (2010). Effect of preseason concurrent muscular strength and highintensity interval training in professional soccer players. *J Strength Cond Res*, 24 (3), 653 - 660.
79. Zagatto, A.M., Beck, W.R., and Gobatto, C.A. (2009). Validity of the running anaerobic sprint test for assessing anaerobic power and predicting short - distance performances. *J Strength Cond Res.*, 23(6), 1820 - 1827.

ŽIVOTOPIS

Ivan Dujić je rođen 31. 08. 1976. U Zagrebu, Hrvatska. Oženjen je i ima dvoje djece. Supruga Martina Dujić i djeca Zoja i Neva Dujić. 1995. godine je završio IX. gimnaziju u Zagrebu, a 2005. godine Kineziološki fakultet u Zagrebu, usmjerenje nogomet.

2006. godine je upisao poslijediplomski doktorski studij, Kineziologija sporta.

Od svibanja 2006. je zaposlen u Hrvatskom školskom sportskom savezu gdje organizira školska sportska natjecanja te provodi druge projekte u organizaciji Hrvatskog školskog sportskog saveza, a na mjestu Stručnog suradnika. 2016. godine je unaprijeđen na mjesto Višeg stručnog savjetnika dok je u studenom 2017. unaprijeđen na mjesto Voditelja odjela. Tajnik je tehničkih komisija od 2015. godine, Predsjednik povjerenstava za provedbe postupaka nabava velikih i malih vrijednosti HŠSS-a, član povjerenstva koje imenuje Središnji Državni ured za šport, a prije MZOS u dodjeli sredstava sportskim udrugama, od 2018. godine je član Tehničke komisiju u tenisu ISF-a (Međunarodne školske sportske federacije).

U prosincu 2018. godine je imenovan za Glavnog tajnika Hrvatskog školskog sportskog saveza. Ima položen tečaj (B2) poslovnog engleskog jezika u školi stranih jezika Smart u Zagrebu, posjeduje pro licencu izdanu od HNS-a., a ima i završen specijalistički program izobrazbe u području javne nabave čiju potvrdu izdaje Ministarstva gospodarstva, rada i poduzetništva

Objavljeni radovi.

- Škegro D., Dujić I. (2008): Olympism in Croatia 1894 – 1912. U D. Milanović, F. Prot (ur.) Zbornik radova „International scientific conference on Kinesiology“, Zagreb 2008 (str. 313 – 316), Zagreb: Kineziološki fakultet
- Milanović, Z.; Trajković, N.; Barišić, V.; Dujić, I.; Ljubičić, M.; Sporiš, G. (2011). [Discriminant analysis of soccer tactical elements in the phases of attack and defense determined by cluster analysis](#). *Homo Sporticus*. 13, 1; 12-20
- Dujić I, Trajković N, and Krističević T (2016): Strong relationship between aerobic fitness and total distance covered in junior soccer players. *Acta Kinesiológica* 10 (2016) 1: 112 - 116
- Sporis G., Dujic I., Trajkovic N., Milanovic Z. and Madic D. (2017): Relationship Between Morphological Characteristics and Match Performance in Junior Soccer Players. *Int. J. Morphol.*, 35(1):37-41

